DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA INDUBOLSAS

Práctica organizacional conducente a Trabajo de Grado

Nelson Quintana Caicedo

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA, RISARALDA
2019

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO PRODUCTIVO EN LA EMPRESA INDUBOLSAS

Práctica organizacional conducente a Trabajo de Grado

Nelson Quintana Caicedo

Documento Memoria de la Práctica de Extensión

Director.

Carlos A. Montilla M.
I.M.- M.Sc. - Candidato a Doctor

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
PEREIRA, RISARALDA
2019

AGRADECIMIENTOS

Al padre Creador por la oportunidad de vivir, soñar, aprender y trascender. A mi esposa, Sandra Milena Gonzalez por su inquebrantable paciencia y amor infinito. A mi hija Sofía por aún no reclamarme el tiempo que le he quedado debiendo. Al señor Elkin Fernando Orrego por abrirme las puertas de su empresa. A Jorge Eliecer Mosquera, encargado de la planta de Indubolsas y sus trabajadores por su constante apoyo. Al Ingeniero Carlos A Montilla por su ayuda desinteresada y valiosa dirección.

GLOSARIO

Empadronamiento: Inventario o censo de todos los equipos que se van a incluir dentro del plan de mantenimiento.

Falla: Incapacidad del equipo de realizar la función requerida para la cual fue creada.

Hoja de Vida: Documento donde se encuentran todas las modificaciones y reparaciones, que se le han hecho a los equipos con fecha de ejecución y costo.

Indicadores de gestión: Cifra que se calcula periódicamente con los resultados de cierta actividad y que permite calificarla en determinado periodo de tiempo.

Inspección: Proceso donde se examina, se mide, se prueba, se calibra, o se detecta cualquier irregularidad con respecto a las especificaciones dadas por el fabricante.

Instructivos: Texto en donde se describe la forma en la cual se debe realizar el trabajo requerido.

Mantenimiento: Conjunto de acciones para conservar un Activo de producción en condiciones óptimas o hacer que recupere esta característica, lo cual incluye inspecciones periódicas, ajustes, reemplazos, pruebas, reparación o reconstrucción de los mismos. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para él, proporcionando así los lineamientos necesarios para la correcta aplicación de los programas de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo: Es aquel que no posee un plan de actividades. Es el resultado de la falla o deficiencias de los equipos. Se espera que suceda esta para después corregirla.

Mantenimiento Preventivo (P.M.): Es el destinado a la prevención y conservación de equipos o instalaciones mediante la atención sistemática de los mismos, con la finalidad de tenerlos en una condición específica de operación para así prevenir fallas.

Orden de Trabajo (OT): Es un documento por escrito, que se entrega al operario para la realización del mantenimiento a los equipos, ésta orden de trabajo debe contener la fecha de expedición y ejecución, como también el instructivo y equipo al cual se le debe realizar dicho instructivo, una vez ejecutadas, debe ser archivada para futuros estudios.

Programa de mantenimiento: Es un plan donde se asignan las tareas de mantenimiento por períodos de tiempo específicos. Se debe de tener mucha coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción.

Relación de requerimientos. Son las acciones de mantenimiento ya sean de lubricación, inspección, mecánica, electricidad e instrumentación que se le deben realizar al equipo; estos requerimientos dará origen a un instructivo por cada uno de ellos.

Reparación: Es el restablecimiento de un equipo a una condición óptima mediante el reemplazo, la renovación o reparación de piezas dañadas o desgastadas.

Rutina Diaria: Son la serie de actividades o tareas de mantenimiento que se deben realizar durante el día.

Rutina Semanal: Son la serie de actividades o tareas de mantenimiento obligatorias a realizar durante la semana de trabajo.

Tarjeta Maestra: facilita el acceso a la información de cada maquinaria, por medio de un formato que recopila información de carácter técnico, operativo y características generales de un equipo en particular.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION

En cualquier proceso productivo, el mantenimiento de los equipos de diversas índoles para que mantengan sus condiciones óptimas, o las recuperen, obedece a un conjunto de actividades organizadas, que se planifican y ejecutan con eficiencia en costos, con mínimos impactos al medio ambiente y una altísima y positiva incidencia en la seguridad industrial y en la productividad de la empresa. Las actividades derivadas, amalgaman una serie de recursos físicos, humanos y tecnológicos, donde la acción de la ingeniería permite conservar los elementos, disminuyendo la presencia de fallas inesperadas.

Se puede decir entonces que el Mantenimiento es inherente a la producción, es transversal a todas las dependencias de la empresa, no es una camisa de fuerza o una actividad estática, por el contrario, es dinámico y flexible en la búsqueda permanente de oportunidades de mejora.

El mantenimiento ha tenido su desarrollo paralelo al desarrollo industrial y tecnológico de las industrias. El modelo primario corresponde a un mantenimiento correctivo, donde se espera que surja la falla y luego se procede a reparar. Posteriormente, de manera anticipada a la falla se hacen trabajos de mantenimiento en los equipos, especialmente críticos, que prevengan dichas fallas, elaborándose planes de mantenimiento preventivo y predictivo con formación de grupos interdisciplinarios y un exhaustivo seguimiento a sus acciones o intervenciones en los equipos y su impacto en la productividad.

La aplicación y uso de software especializado, permite hoy en día ejecutar estrategias de mantenimiento que garanticen la disponibilidad y la eficiencia de los equipos con impacto en la reducción de costos de mantenimiento y en la mejora sustancial de la seguridad de los trabajadores y su calidad de vida.

La empresa Indubolsas no presenta un departamento de mantenimiento. Las tareas de mantenimiento son correctivas y programadas, especialmente en fin de año. No hay una medición de costos de mantenimiento.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los 21 años de funcionamiento, Indubolsas ha experimentado un crecimiento vertiginoso en todos sus frentes. El constante crecimiento de la demanda de sus productos, acompañada de los buenos resultados financieros, han permitido de manera escalonada ampliar su capacidad instalada, al punto de hoy día contar con una planta de producción amplia y moderna.

No siendo ajena a los retos y desafíos que traen los grandes cambios, la empresa aún conserva la aplicación de metodologías básicas de mantenimiento, como es el caso de solo correctivo y una gestión de producción basada en la experiencia, desligándose en muchas maneras de los presupuestos, costeos y sus respectivos controles. Por lo tanto, se hace necesario y apremiante aplicar conceptos de ingeniería que permitan implementar programas de mejoramiento continuo, de control de sus procesos, optimización de los recursos y la necesidad de dar cumplimiento a los requerimientos del INVIMA para mantener vigente el aval en la fabricación de materiales objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas o sus materias primas, y a la vez con aquellos exigidos en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en lo pertinente al control del riesgo mecánico, inherente a las máquinas y equipos del proceso productivo.

Sumando el “saber cómo”, que es la experiencia en el proceso productivo acumulado en todos estos años de funcionamiento de la empresa, con el “deber ser”, que es el componente de conocimiento teórico que le imprime la academia y la normatividad vigente, cabe entonces preguntarse. ¿La transferencia de conocimiento en ingeniería mecánica y de conceptos de ingeniería industrial que el estudiante le aporta a la empresa plasmados en un programa de mantenimiento preventivo y en estrategias de ingeniería de métodos y de control total de la calidad, en coordinación con el administrador y los trabajadores de la planta, pueden incidir positivamente en productividad de la empresa?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Varias de las máquinas de la planta de producción de Indubolsas, trabajan en régimen crítico, maximizando la presencia de fallas inesperadas. El diseño y ejecución de un programa de mantenimiento preventivo en Indubolsas, no solo resulta conveniente por su incidencia en la disminución de fallos, si no que se hace obligatorio por los requerimientos exigidos por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA, en lo pertinente al permiso para la producción de empaques para alimentos, y a la Administradora de Riesgos Laborales (ARL) y el Ministerio del Trabajo, en lo pertinente al registro y documentación de las actividades de Mantenimiento y su incidencia en la seguridad de los trabajadores en el marco del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El programa de Mantenimiento Preventivo que aquí se diseña permite incrementar la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y los equipos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, optimizando su vida útil.

El cambio de un sistema de mantenimiento netamente correctivo a uno preventivo implica un reto a la toma de conciencia de trabajadores y directivos de la empresa, en la necesidad de prevenir posibles fallas en los equipos, mientras que se obtienen beneficios a mediano y largo plazo en la medida que se pueden evitar las fallas con inspecciones y revisiones de tareas de mantenimiento ejecutadas de manera programada y sistemática.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo y elaborar propuestas de mejora, para el proceso productivo en la empresa Indubolsas.

1.4.3 Objetivos específicos

- Inventariar y codificar los equipos, inmuebles y vehículos que serán incluidos en el plan de mantenimiento.
- Elaborar las Tarjetas Maestras de Datos, TMD para cada máquina y equipo.
- Crear y diligenciar la información pertinente en las Hojas de Vida de máquinas y equipos.
- Elaborar listados de Requerimientos de Mantenimiento.
- Elaborar Instructivos de Mantenimiento
- Definir y escoger los Indicadores de Gestión del Plan de Mantenimiento Preventivo.
- Elaborar cronogramas de mantenimiento o Tableros de Control
- Elaborar los Formatos Básicos para la Administración del Mantenimiento.
- Evaluar ofertas de software comercial para Mantenimiento Industrial y efectuar una recomendación de adquisición a la empresa Indubolsas.

1.5 METODOLOGÍA

A través de la presencia en la planta de parte del estudiante en una jornada laboral ordinaria de medio tiempo (24 hora/semana) y un tiempo estimado de seis meses, se pretende como punto de partida, elaborar un diagnóstico de riesgo mecánico y de energías peligrosas en cada una de las máquinas y equipos principales de la

planta de producción, acompañado de un plan de acción derivado del diagnóstico, cuya ejecución deberá garantizar las condiciones mínimas de seguridad en la operación y mantenimiento. De manera simultánea se recoge toda la información pertinente para la consolidación de cada una de las etapas que conforman el plan de mantenimiento preventivo y las estrategias para el mejoramiento del proceso productivo. Esta información se deriva de los catálogos y recomendaciones de los fabricantes, de los datos históricos de los mantenimientos correctivos y de entrevistas con operarios y personal de mantenimiento y permite realizar un conjunto de tareas genéricas por tipo de equipo y de un análisis de fallos de cada instalación.

El levantamiento de la información y su manejo cuenta con herramientas digitales audiovisuales (cámaras fotográficas y de video) y ayuda en software especializado como Diseño asistido por computador (Autocad, SolidWorks), hojas de cálculo (Ms Excel), procesador de texto (Ms Word), administración de proyectos (Ms Project), recreaciones y diseño gráfico (Corel Draw, Corel Photo Paint) y en casos especiales de análisis y simulación de partes por elementos finitos (Ansys), se hará uso de la sala de computo de la facultad de Ingeniería Mecánica de la UTP, por requerimientos legales de uso y licencia.

La información obtenida será consignada en sus respectivos formatos previamente diseñados, los cuales pueden ser archivados en copias duras o en archivos digitales.

Al consolidarse cada una de las etapas del plan de mantenimiento de acuerdo al cronograma propuesto, se evaluarán la viabilidad de compra e implementación de software comercial de mantenimiento industrial, el cual quedara a criterio y decisión del representante de la empresa.

La consolidación de las propuestas para el mejoramiento del proceso productivo requiere que éste se encuentre previamente estandarizado. El estándar es el parámetro de referencia con el cual se puede medir cualquier acción, por lo tanto, con base en observaciones en sitio, mediciones de tiempos y movimientos, se levantaran planos de registro y análisis de proceso, y se diseñaran hojas de cálculo para el control estadístico del proceso.

1.6 RESEÑA HISTÓRICA

Indubolsas fue creada en 1997 por el señor Elkin Fernando Orrego, con la colaboración de un colega, quienes optaron por dedicarse a la comercialización y distribución de bolsas plásticas adquiriendo para este fin una pequeña máquina. En sus inicios la empresa se encontraba ubicada en un local en el barrio el Japón del municipio de Dosquebradas, pocos meses después el señor Ademar, colega del propietario se retira de la empresa y el señor Elkin Orrego se ve en la necesidad de adquirir mayor conocimiento sobre el sector de plásticos para continuar con el negocio, así mismo, considera la necesidad de trasladarse debido al tamaño del local y los bajos niveles de ventas.

Así, posteriormente se traslada a un local ubicado en el barrio cuba, en donde las ventas se incrementaron considerablemente, permitiendo la adquisición de una segunda máquina de mejor capacidad productiva.

En 1998 la empresa se traslada nuevamente a un local ubicado en el centro del Barrio Cuba y se adquiere una tercera máquina. Posteriormente, para el año 2000 Indubolsas tiene a su disposición cuatro máquinas, por lo cual se hace necesario arrendar una bodega enseguida del local.

En el 2001, debido a la buena rentabilidad y crecimiento de la empresa, el señor Elkin Orrego, decide abrir un punto de fabricación y venta en la ciudad de Pereira, el cual se encuentra hasta el momento ubicado en la calle 15 No. 7-62. La empresa siguió incrementando sus ventas a tal punto que tres años después, la capacidad de los almacenes era insuficiente, por el cual el propietario decide alquilar las bodegas ubicadas en el segundo piso del punto de venta de Pereira y adquiere maquinaria de alta tecnología.

A mediados del 2006, la empresa abre un tercer punto de venta en el Centro Comercial la Gran Esquina.

En el 2011, el señor Elkin Orrego decide instalar una planta de producción en un terreno de su propiedad ubicado en el Parque Industrial, posteriormente se trasladan las maquinas ubicadas en los almacenes y se realiza la compra de maquinaria para fabricación de rollos impresiones y pre-cortes. Esta planta comienza a funcionar con alrededor de siete empleados, con jornadas laborales de 24 horas y con la producción totalmente vendida. Igualmente en el mismo año se ha realizado la inversión de una segunda máquina para la fabricación de rollos.

Hoy día, Indubolsas cuenta con la capacidad de realizar todo el proceso de fabricación, impresiones y comercialización de bolsas en diferentes materiales, calibres y densidades.

1.7 CARACTERISTICAS DE EMPRESA

Razón Social:

- Plásticos Indubolsas y/o Elkin Fernando Orrego

Sector:

- Industrial.

Actividad económica:

- Fabricación y comercialización de plásticos en formas primarias.

Productos y servicios que la empresa ofrece

- Bolsas tubulares para la basura.
- Bolsas impresas para empaque de alimentos.
- Bolsas impresas para empaque de productos no alimenticios.
- Comercialización de utensilios desechable en plástico aluminio y polipropileno.

Misión

Indubolsas es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de rollos y bolsas plásticas impresas y sin impresión, brindando a sus clientes, productos y servicios que satisfagan sus necesidades y expectativas a través de la calidad de sus productos y talento humano capacitado para asesorar a los clientes en todo momento, proyectándolos al crecimiento y buena presentación de sus empresas.

Visión

En 2014 Indubolsas cuenta con su propia planta de producción, equipada con la más moderna tecnología que permite llevar a cabalidad todo el proceso de

fabricación de plásticos y con una infraestructura humana al alcance de las necesidades de cada empresario. En 2020, Indubolsas se perfila como la comercializadora de plásticos líder en el Eje Cafetero, procurando la mejora continua. De esta manera logrando efectividad y crecimiento con solidez, para brindar un amplio respaldo en los procesos productivos y un óptimo servicio a todos nuestros clientes.

Plano de localización de la planta de producción de Indubolsas.

La Figura 1. Corresponde al plano de ubicación de la Planta de Indubolsas, en el barrio Guadualito del sector Parque industrial de Pereira

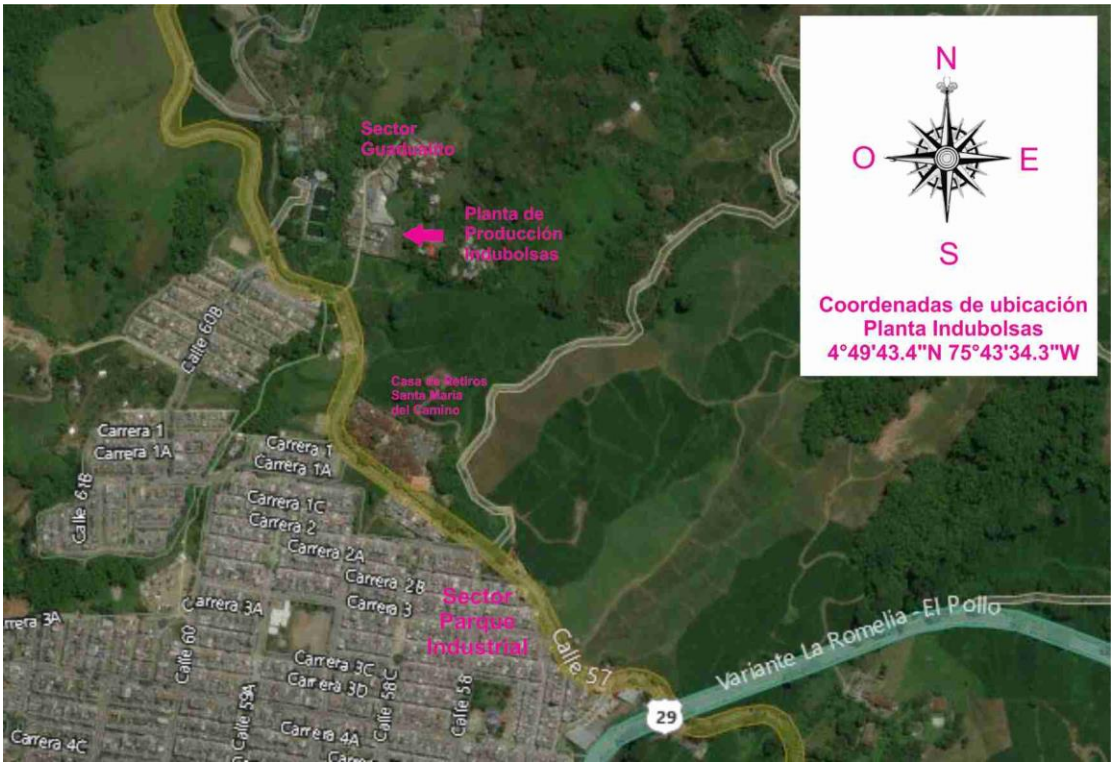


Figura 1. Plano de localización de la planta de producción de Indubolsas, fuente [1] y autor

Planta de producción Parque Industrial, Barrio Guadualito
Sede principal - oficinas calle 15 # 7-62
Carrera 9 # 16 - 70
Sede Cuba, carrera 24 bis # 72 -10.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Como se definió anteriormente, el mantenimiento es el término utilizado para designar las técnicas utilizadas que aseguren el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para el hombre primitivo, recolector y cazador nómada, podría asociarse a tareas como afilar sus herramientas y armas, unir o tejer pieles para sus tiendas o vestimenta, impermeabilizar sus canoas de madera, etc.

En los tiempos de la revolución industrial, el mantenimiento era de urgencia o correctivo, los primeros accidentes en calderas obligaron a las aseguradoras a exigir mayores y mejores cuidados en la industria, lo que derivó en la aparición de talleres mecánicos.

En 1925 aparece el concepto de mantenimiento preventivo en la industria americana, como necesidad de reparar antes de que surja el desgaste o la rotura y evitar las interrupciones en el proceso productivo, por lo que se dieron los primeros asomos de organizar el mantenimiento con una base científica.

En los años sesenta, la revolución de la industria electrónica, aeronáutica y espacial hizo que se empezara a hablar de mantenimiento predictivo, en donde la intervención no depende del tiempo de funcionamiento, si no del estado o la condición efectiva del equipo, sus elemento y la fiabilidad del sistema.

En la actualidad el mantenimiento pasa por la denominada tercera generación, y dispone del uso de equipos electrónicos de inspección y de control, altamente fiables que permiten conocer el estado real de los equipos a través de mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros como: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físico-químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la introducción al mantenimiento de sistemas de información asistidos por computador que permiten la acumulación de experiencia y conocimiento empírico y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

El desafío clave que enfrenta hoy un gerente de mantenimiento, está en seleccionar las técnicas más apropiadas para manejar los distintos procesos de falla, satisfaciendo las expectativas de los dueños de los activos, los usuarios de los activos y la sociedad en general, de la manera más perdurable y efectiva en cuanto a costos, con el apoyo y la cooperación de todas las personas involucradas.

2.2 EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Corresponde al conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema. Como su nombre lo dice, previene las fallas. Ha sido el más usado y su base de funcionamiento es la estadística, la observación, las recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo.

El lapso que se le permite trabajar a un elemento, depende de criterios tales como la recomendación del fabricante, el conocimiento del técnico y el tiempo observado de duración de piezas similares. Con la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo seguro de operación de un equipo, así como definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, entre otros.

La falta de mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones en la planta, ocasiona muchos de los accidentes que en ella ocurren o puede poner en riesgo la vida de las personas que allí trabajan, por tal motivo se convierte en una de la justificaciones que el autor toma presente en la apremiante necesidad de diseñar e implementar un programa de mantenimiento de este tipo en Indubolsas, con el insumo para la gerencia de saber que el mantenimiento planificado puede mejorar la productividad, reducir los costos de mantenimiento y alargar la vida de la maquinaria y los equipos.

2.2.1 Importancia de diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo.

La fiabilidad y la disponibilidad de la capacidad instalada de una empresa dependen del diseño y la calidad de su maquinaria, planta y equipos y las técnicas utilizadas

para su provecho y ejecución. Inciden positivamente las buenas prácticas de manufactura y el tipo de mantenimiento que allí se ejecute teniendo en cuenta que los efectos de las acciones hechas en mantenimiento no tienen su efecto de forma inmediata sino que se perciben varios meses después.

Cuando el programa de mantenimiento en la empresa es inexistente, se hace inevitable que sean las fallas por averías las que dirijan la actividad de mantenimiento. Es característico que en ésta situación se le preste mucha importancia al mantenimiento de los equipos principales, haciendo a un lado el mantenimiento de los equipos auxiliares, lo que representa un grave error, teniendo en cuenta que una falla en un equipo de éstos puede parar la producción de toda la planta, como ejemplo, se podría pensar en el compresor de aire comprimido que alimenta toda la red neumática y como reamente ya ha ocurrido, una falla intempestiva de éste equipo ha parado la producción en forma total y por varias horas. Es conveniente entonces prestar atención también a aquellos equipos capaces de provocar fallos críticos. Para elaborar un buen plan de mantenimiento es necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta de producción.

2.2.2 Beneficios de un plan de Mantenimiento Preventivo

Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc.
El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran, sus efectos conlleva a múltiples ventajas, entre las cuales se tiene:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes.
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

Adicional a lo expresado, es importante destacar que la oportunidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo beneficia a la empresa cuando:

Mejoran los rendimientos operativos: Al hacerse lo intervalos de tiempo más largos entre las revisiones con un mayor énfasis en el mantenimiento de equipos y componentes críticos, debido también a la eliminación de las fallas en los equipos y componentes poco fiables, al diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia de los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos, a la acumulación de un conocimiento sistemático acerca de la operación a realizar con una optimización del uso de los recursos.

Se logra una mayor seguridad y protección del entorno de trabajo: Al mejorar en las estrategias para prevenir las fallas antes de que puedan afectar la seguridad e integridad de los operarios, con la mejora e implementación de nuevos dispositivos de seguridad y con la actualización y capacitación permanente de los operarios, para un buen desempeño a la hora de ejecutar el mantenimiento y el uso adecuado de los elementos de protección individual.

Hay un mayor control en los costos del mantenimiento: Con el ahorro de recursos monetarios a mediano y largo plazo derivado del beneficio que trae el hacer, inspecciones periódicas que previenen o eliminan la presencia de fallas costosas. Cuando se da una menor necesidad de utilizar personal experto y externo en la materia, al contar con personal propio, capacitado y entrenado para realizar las operaciones de mantenimiento requerido.

Al ampliarse la base de datos en el mantenimiento: Las revisiones e inspecciones periódicas permiten crear manuales de mantenimiento más aterrizados, con un conocimiento en profundidad de los equipos, lo que facilita la tarea de capacitación del personal y así mismo la rotación de éste.

Se prioriza un profundo respeto por el medio ambiente: Programas complementarios como las cinco eses (5 ´s) y el manejo seguro y adecuado de residuos peligrosos (RESPEL), permiten mantener un impacto mínimo sobre el medio ambiente.

2.3 COSTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO

El mantenimiento en su naturaleza como elemento dentro proceso productivo genera un costo que se refleja en el costo de producción del producto o servicio, su racionalización debe tener tal importancia, que debe permitir mantener la empresa en un marco de competitividad global. Tradicionalmente el costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que se invierte en él con anticipación, pero se evitan pérdidas imprevistas, que resultan siendo aún mayores que los costos de mantenimiento preventivo. Las cuentas más significativas de este tipo de costo son:

- **Mano de obra**: Como el recurso utilizado en el equipo de trabajo para la ejecución del plan de mantenimiento, puede ser directa o indirecta, pero en todo caso debe cumplir con lo dispuesto por la normatividad vigente en cuanto a prestaciones y seguridad social.
- **Maquinaria o Equipos**: Como los bienes y actividades empleadas en forma directa en la ejecución del plan de mantenimiento.
- **Materiales**: Incluye las partes, equipos, lubricantes, herramientas, repuestos, etc.
- **El Tiempo de Indisponibilidad Operacional**: Periodo inactivo de producción mientras se realiza el trabajo de mantenimiento al equipo.
- **Los Gastos Generales**: Servicios, logística, talleres, capacitación etc.
- **Los costos indirectos:** Equipos suplementarios para garantizar la ejecución de mantenimiento.

En términos generales la no existencia de un programa de mantenimiento o la aplicación inadecuada de este, puede indirectamente reflejar problemas en:

- **Incremento de la Inversión**: un incorrecto mantenimiento de los equipos reduce su vida útil y extiende el retorno de su inversión.
- **Pérdidas de Calidad**: cuando el equipo no tiene un mantenimiento adecuado. Cuando se cambia el esquema de mantenimiento de un equipo, deben evaluarse los cambios de la calidad que esa modificación significará.
- **Costos de Capital**: se presentaran más fallas intempestivas que ocasionaran sobrecostos en el sistema productivo.
- **Pérdidas de Energía**: Un equipo mal mantenido puede llegar a consumir más energía que el mismo equipo con un adecuado mantenimiento.

- **Ambiente Laboral**: Generar un espacio agradable de trabajo es importante para obtener un buen desempeño laboral. Dentro de las funciones básicas del mantenimiento se encuentra la limpieza, el orden y el cuidado de los equipos, estos factores influyen en la producción.

2.4 CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

De manera previa al diseño del plan de mantenimiento, se debe realizar una matriz de riesgos y su respectivo análisis y ponderación para considerar las fallas que se puedan producir o materializar y las consecuencias que estas puedan ocasionar. Estas consecuencias se analizan por separado y pueden ser:

- **Consecuencias operacionales:** en las que la falla produce trastornos en la producción o en la calidad de los productos que al final se traducen en tiempos perdidos en el proceso productivo, desperdicio y por tanto pérdidas en las utilidades.
- **Consecuencias en la seguridad**: en las que la falla puede afectar en mayor o menor medida a la seguridad y la integridad física y emocional del personal de planta.
- **Consecuencias medio ambientales**: en las que la falla pueda afectar al medio ambiente o al entorno, considerando las disposiciones legales que existan al respecto.
- **Consecuencias en los costos:** son las propias de la reparación que la falla trae consigo y que en ocasiones pueden ser de extraordinaria importancia.

De esta manera se determina de forma general una escala de gravedad de las consecuencias y una escala de probabilidad o frecuencia de ocurrencia de las fallas.

3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE INDUBOLSAS

El programa de mantenimiento preventivo de la planta de Indubolsas busca minimizar la presencia de fallas en las máquinas y en los equipos involucrados, de tal manera que se preserve su estado óptimo de funcionamiento y se garantice su disponibilidad, confiabilidad, seguridad, longevidad y eficiencia y permita trazar la hoja de ruta para definir los procedimientos a seguir en cualquier intervención que tenga lugar en ellas.

El desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo se convierte en una oportunidad de mejoramiento continuo, sus resultados son proporcionales al grado de inversión y responsabilidad que la Dirección de la planta le otorgue, por lo que será, entonces, un verdadero reflejo en el mejoramiento de la productividad.

Este plan se basa en la ejecución de los siguientes pasos:

1. Censo o empadronamiento de las máquinas o equipos.
2. Codificación.
3. Sistema Documental: (Tarjeta maestra, hojas de vida, relación de requerimientos y relación de instructivos).
4. Diseño de tableros de control
5. Diseño de formatos para la Administración del Mantenimiento.
6. Elaboración de Indicadores de Gestión.
7. Propuesta de Sistematización del plan en un Software de Mantenimiento

Criterios de validez y confiabilidad

El análisis del proyecto de mantenimiento preventivo para la planta de producción de Indubolsas, requiere de una estructura de análisis que inicia con la creación de parámetros mínimos de funcionamiento. Se requiere socializar y capacitar al personal de producción y de mantenimiento con el enfoque en los objetivos, el alcance del proyecto y los requisitos técnicos establecidos para la correcta ejecución de todas las tareas.

Para obtener un desarrollo funcional y confiable del programa de mantenimiento preventivo, se requiere crear para cada subproceso los procedimientos y pruebas técnicas que respaldara la información obtenida, con el respaldo de las normas técnicas correspondientes como lo son:

- Norma Francesa AFNOR NFX 60-010.
- Norma Técnica Colombiana NTC 1486.

Sin dejar de lado la importancia de normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo, como:

- Respecto al atrapamiento por herramienta, estado y diseño de guardas, mandos, bloqueos y medio ambiente, código de colores, señalización, se referencian las Normas NTP 325 y la Resolución 2400 de 1979, "por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo".
- Para trabajos seguros de alturas el marco de referencia es la Resolución 1409 de 2012 "Por la cual se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas".
- Para instalaciones eléctricas, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Resolución 90708 de agosto 30 de 2013) y el CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO (NTC 2050).
- Para el proceso de generación de la propuesta se tiene en cuenta las normas OSHA (Occupational Safety and Health Administration) las normas dictadas por la ISO (Organización Internacional de Normalización) y las notas técnicas de prevención.
- Para el manejo seguro de maquinaria y equipos, el documento OIT (Oficina Internacional del Trabajo) Seguridad y Salud en la Utilización de Maquinaria. Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT.

3.1 UBICACION DE EQUIPOS EN LA PLANTA, LAYOUT

La Figura 2, corresponde a un plano de distribución en planta o layout con la ubicación e identificación de cada una de las máquinas y equipos a intervenir en el Plan de mantenimiento Preventivo.

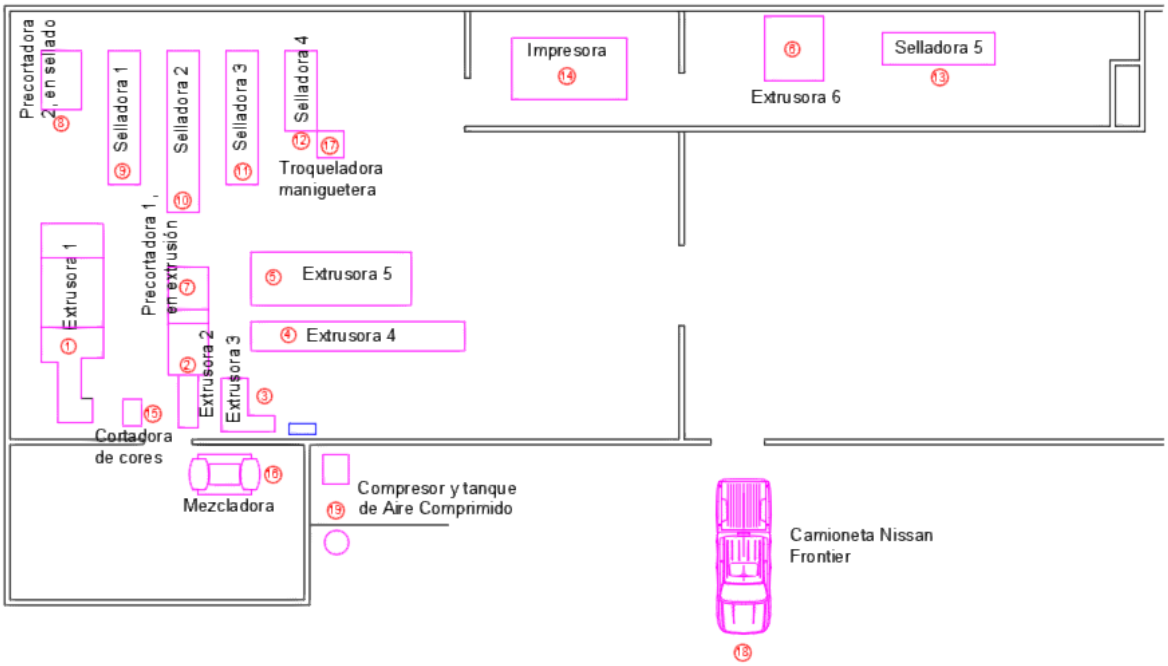


Figura 2. Distribución en planta, ubicación de máquinas y equipos.

Nota: la Tabla 1 describe la numeración del plano.

3.2 CENSO O EMPADRONAMIENTO DE LAS MAQUINAS Y EQUIPOS

La Tabla 1 recopila y lista las máquinas y equipos a los cuales aplica en Plan de Mantenimiento Preventivo., éste no pretende ser una camisa de fuerza por lo cerrado y se deja abierto para que se incluyan maquinas nuevas o se saquen aquellas que son dadas de baja.

ÁREA	POSICIÓN EN LAYOUT	NOMBRE
Extrusión	1	Extrusora 1
	2	Extrusora 2
	3	Extrusora 3
	4	Extrusora 4
	5	Extrusora 5

	6	Extrusora 6
Precorte	7	Precortadora en Extrusión 1
	8	Precortadora en Sellado 2
Sellado	9	Selladora 1
	10	Selladora 2
	11	Selladora 3
	12	Selladora 4
	13	Selladora 5
Impresión	14	Impresora 1
Sistemas y equipos	15	Cortadora de Cores
	16	Mezcladora de pellets
	17	Troqueladora
	18	Vehículos
	19	Sistema de aire comprimido

Tabla 1. Lista de máquinas y equipos

3.3 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

Se procede a codificar cada una de las máquinas y los equipos, como elemento de identificación alfanumérico único e irrepetible. El código de identificación comprende las siguientes partes:

Sección/Máquina/Componente/Parte o elemento/Consecutivo

La Figura 2, muestra esquemáticamente la discriminación de las máquinas y equipos así como el proceso de construcción de los códigos correspondientes.

Sección	2 caracteres alfabéticos
EX	→ Extrusión
SE	→ Sellado
PR	→ Precorte
TQ	→ Troquelado
IM	→ Impresión
MZ	→ Mezclado
CO	→ Cortado
AC	→ Aire Comprimido
VH	→ Vehículos

Máquina	2 dígitos numéricos
EX01	→ Máquina de Extrusión # 1
EX02	→ Máquina de Extrusión # 2
EX03	→ Máquina de Extrusión # 3
EX04	→ Máquina de Extrusión # 4
EX05	→ Máquina de Extrusión # 5
EX06	→ Máquina de Extrusión # 6

Componente	2 caracteres alfabéticos y dos numéricos
AC01	→Accionamiento
TR01	→ Transportador
AL01	→ Alimentación
SB01	→ Salida de Bomba
RJ01	→ Rodillos Jaladores
TD01	→ Tratador
BO01	→ Bobinador
MO01	→ Molde
CM01	→ Cambia Mallas

SE01	→ Máquina de Sellado 1
SE02	→ Máquina de Sellado 2
SE03	→ Máquina de Sellado 3
SE04	→ Máquina de Sellado 4
SE05	→ Máquina de Sellado 5

AC01	→Accionamiento
DB01	→ Debobinador
PS01	→ Pisón de Selle
AT01	→ Abanico de Tensión
TT01	→ Tapete Transportador
RA01	→ Rodillo de arrastre
RS01	→ Rodillo de selle
MS01	→ Mesa de recibo

PR01	→ Máquina de Precorte en extrusión 1
PR02	→ Máquina de Precorte en sellado 2

AC01	→Accionamiento
DB01	→ Debobinador
AT01	→ Abanico de Tensión
RJ01	→ Rodillo de jalado
PC01	→ Pisón de Precorte y selle
BS01	→ Base de selle
AT02	→Abanico de tensión de bobinado
BO01	→ Bobinado de rollo

TQ01	→ Máquina de Troquelado 1

AC01	→ Accionamiento
SH01	→ Sistema hidráulico
SE01	→ Sistema eléctrico
CB01	→ Cabezote

IM01	→ Máquina de Impresión 1

AC01	→ Accionamiento
DB01	→ Debobinador
EM01	→ Embobinador
PC01	→ Porta Cliché

CO01	→ Cortadora de cores 1

AC01	→ Accionamiento
MO01	→ Motor
EJ01	→ Eje centro
DC01	→ Disco de corte.

MZ01	→ Máquina de Mezclado 1

AC01	→ Accionamiento
MO01	→ Motor

VH01	→Vehículo 1

MO01	→ Motor
SL01	→ Sistema de Lubricación
SE01	→ Sistema eléctrico
SF01	→ Sistema de frenos
ST01	→ Sistema de transmisión de potencia
SS01	→ Sistema de suspensión
SR01	→ Sistema de refrigeración
SD01	→ Sistema de dirección
SC01	→ Sistema de combustible
CC01	→ Carrocería y Chasis

AC01	→ Aire comprimido 1

AC01	→ Compresor de pistón.
AC02	→ Tanque pulmón
AC03	→ Tuberías y accesorios

Figura 2. Codificación de maquinaria y equipos

3.4 TARJETA MAESTRA DE DATOS, TMD

El acceso a la información de cada máquina se facilita con la aplicación de una Tarjeta Maestra de Datos, la cual recoge la información técnica, operativa y general de cada una de ellas.

Las características técnicas se derivan de datos de diseño de la máquina y se obtienen principalmente de las placas del fabricante, entre ellas se puede leer la tensión (voltaje), la Intensidad de corriente (amperaje), la potencia (HP o kW), la velocidad de operación, la relación de transmisión, etc. Las características

operacionales son todas aquellas que se deben tener en cuenta para operar de manera óptima o eficiente la maquina o equipo, entre estas se puede encontrar la temperatura, la presión y caudal ente otras. Las características generales son aquellas de referencia física, espacial y de información adicional como el nombre y forma de contacto del fabricante, su distribuidor o representante local, y también tiene presente si la maquina dispone o no de catálogo.

Sin descuidar la existencia de equipos auxiliares de gran importancia para la máquina, como lo son las cajas reductoras de velocidad, motorreductores y servomotores, se incluye una hoja adicional.

La Figura 3 corresponde al formato general (en blanco), diseñado para compilar la información de la Tarjeta Maestra de Datos, de uso exclusivo para el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas. Este formato recoge los tres tipos de información requeridos y presenta dos hojas, una para la máquina principal y otra para los equipos auxiliares.

En el anexo 1 se incluye una figura de la captura de pantalla donde se muestra la ruta y ubicación de las carpetas en Google Drive que contiene las Tarjetas Maestras de Datos de cada una de las máquinas empadronadas en el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas. El acceso a estas carpetas requiere de autorización vía correo electrónico de G*mail*, por parte del administrador o creador de éstas. Adicionalmente y a manera de ejemplo, en este mismo anexo, se muestra la Tarjeta Maestra de Datos de la máquina Selladora 1.

INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TARJETA MAESTRA No ____	FECHA: dd-mm-aa VERSIÓN: ___

1. DATOS GENERALES							
MÁQUINA/EQUIPO:			CÓDIGO:				
MARCA:			TIPO:				
MODELO:		PESO:	No SERIE:				
DIMENSIONES:	ALTO:		Fotografía de la máquina				
	ANCHO:						
	LARGO:						
OTROS DATOS:				Fecha de instalación:			
ACCIONAMIENTO:				CONEXIÓN:			
CAPACIDAD DE TRABAJO:							

2. DATOS DEL FABRICANTE O REPRESENTANTE			
FABRICANTE:		REPRESENTANTE:	
DIRECCIÓN:		DIRECCIÓN:	
TELEFONO:		TELEFONO:	
MÓVIL:		MÓVIL:	
WEB:		WEB:	
E-MAIL		E-MAIL	

3. SERVICIOS DE OPERACIÓN								
ELECTRICIDAD		TENSIÓN:		CORRIENTE:		FRECUENCIA:		POTENCIA:
AIRE		PRESIÓN:				CAUDAL:		
AGUA		PRESIÓN:		CAUDAL:			TEMPE	° C
VAPOR		PRESIÓN:		CAUDAL:				
GAS		PRESIÓN:				CAUDAL:		

4. EXIGENCIA DE TRABAJO					
1. UN TURNO (8 Horas)		3. TRES TURNOS		5. CRÍTICO	
2. DOS TURNOS		4. INTERMITENTE		6. OTROS	
Observaciones:					

Figura 3. Formato general para tarjeta Maestra de Datos.

INDUBOLSAS	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	TARJETA MAESTRA EQUIPOS AUXILIARES No	FECHA:
			VERSIÓN:

MOTORES ELÉCTRICOS

CODIGO	DESCRIPCIÓN	FRAME	NO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	VELOCIDAD (RPM)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA Hz	FACTOR DE POTENCIA COS ϕ	RODAMIENTOS	MARCA	MODELO	TIPO	SERIE

REDUCTORES DE VELOCIDAD

CODIGO	DESCRIPCIÓN	FRAME	RATIO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	VELOCIDAD (RPM)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA Hz	VELOCIDAD ENTRADA (RPM)	VELOCIDAD SALIDA (RPM)	MARCA	FS	SERIE

Figura 3. Formato de Tarjeta Maestra de Datos para Indubolsas

3.5 FORMATO DE HOJA DE VIDA

El formato de hoja de vida consigna la información histórica de las actividades de mantenimiento ejecutadas en cada una de las máquinas o equipos. La información recolectada se convierte en una herramienta vital para la toma de decisiones pertinentes a la vida útil de cada máquina que puede derivar en cambio o sustitución.

La Figura 4 corresponde al formato general (en blanco), diseñado para compilar la información de la Hojas de Vida, para uso exclusivo para el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas.

En el anexo 2 se incluye una figura de la captura de pantalla donde se muestra la ruta y ubicación de las carpetas en Google Drive que contiene las Hojas de Vida de cada una de las máquinas empadronadas en el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas. Adicionalmente y a manera de ejemplo, en éste mismo anexo, se muestra la Hoja de Vida de la máquina Extrusora 1.

INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía						PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
				HOJA DE VIDA			Página. 1
Hoja de vida No		**Tarjeta Maestra No**		**Nombre del equipo**			**Código del equipo**
Marca		Modelo		Ubicación			Fecha puesta en marcha
HISTORIAL DE REPARACIONES							
Fecha (dd-mm-aa)	Orden de Trabajo No.	Descripción			Reparó.		Costo (COP)

Figura 4. Formato de hoja de vida

3.6 RELACIÓN DE REQUERIMIENTOS

La relación de requerimientos de mantenimiento, recopila la lista de actividades o tareas que se efectúan sobre las maquinas o equipos involucrados en el Plan de Mantenimiento Preventivo, las cuales se asocian a las frecuencias propias del proceso. Este listado se conoce como Maestro de Actividades y de acuerdo a su naturaleza se puede clasificar en los siguientes grupos genéricos:

1. Lubricación (L)
2. Electricidad (E)
3. Mecánica (M)
4. Instrumentación (I).

Para facilitar el desarrollo de las actividades de mantenimiento, cada una de ellas es codificada con un código alfanumérico, una letra inicial del grupo genérico seguido de un numero consecutivo.

- **ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN**

En la Tabla 2, se listan y codifican las tareas genéricas de Lubricación.

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Cambio de Aceite	L01
Revisión de nivel y presencia de fugas de aceite	L02
Revisión y lubricación de rodamientos y bujes	L03
Engrase, lubricación de elementos o puntos definidos	L04

Tabla 2. Actividades de lubricación

- **ACTIVIDADES ELECTRICAS**

En la Tabla 3 se listan y codifican las tareas genéricas de Electricidad.

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Revisión, ajuste, cambio de conexiones eléctricas	E01
Revisión de tensión y corriente (voltaje y amperaje)	E02
Revisión de tarjetas electrónicas, Sensores y Microswitches.	E03
Revisión, cambio de contactores y arrancadores	E04
Revisión de servomotores	E05
Revisión de motores eléctricos	E06
Revisión, cambio de transformadores, tratadores.	E07
Revisión de borneras, cables, acometidas y canaletas	E08

Tabla 3. Actividades de Electricidad

- **ACTIVIDADES DE MECÁNICA**

En la Tabla 4 se listan y codifican las tareas genéricas de Mecánica.

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Ajuste, alineación de partes móviles	M01
Revisión y verificación de engranajes, reductores, servomotores	M02
Revisión y verificación del circuito refrigerante	M03
Inspección, ajuste, cambio de bandas y poleas	M04
Limpieza y rasqueteado de bastidor o chasis	M05
Inspección visual de posible daños y/o verificación del estado de la herramienta	M06
Revisión y/o cambio de Rodillos	M07
Cambio de Rodamientos	M08
Revisión y ajuste general de la maquina o equipo	M09
Revisión bomba hidráulica	M10
Revisión y tensión de cadena	M11
Revisión, Cambio de Kit de arrastre	M12
Revisión y rectificación de guías reciprocantes	M13
Purgado del tanque de aire comprimido	M13
Revisión de tuberías y mangueras sistema de aire comprimido e hidráulico	M14
Revisión, cambio filtro de aire	M15
Revisión, cambio filtro de aceite	M16
Revisión, cambio filtro de combustible	M17
Revisión de frenos	M18
Revisión de gases	M19
Mantenimiento general	M20
Revisión de gases	M21
Revisión, cambio de escobillas	M22
Revisión, rectificación, cambio de dispositivo de roscado	M23
Revisión, rectificación, cambio de cuchillas	M24
Revisión, rectificación, cambio de resistencias	M25
Revisión, cambio de bujes	M26
Revisión, cambio de disco	M27
Verificación de nivel de combustible, agua, aceites	M28
Drenar aguas del sistema de combustible	M29
Chequear el claro de las válvulas	M30

limpiar y ajustar inyectores	M31
Limpiar y apretar terminales de batería	M32
Revisión sistema de enfriamiento	M33
Limpieza de moldes	M34
Limpieza de ventiladores, extractores y turbinas	M35
Limpieza superficial de areas de trabajo	M36
Aseo	M37
Lavado general	M38
Pintura	M39
Soldadura, remachado, atornillado	M40
Cambio de mallas	M41

Tabla 4. Actividades de Mecánica

- **ACTIVIDADES DE INSTRUMENTACIÓN**

En la Tabla 5 se listan y codifican las tareas genéricas de Instrumentación.

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Calibración de Presóstato, manómetro, válvula de seguridad	I01
Comprobación de Presión de trabajo o servicio	I02
Inspección, cambio de válvulas, electroválvulas	I03
Inspección, cambio de fotoceldas	I04
Inspección, cambio de termocupla	I05
Inspección, cambio de relés	I06
Inspección, cambio de potenciómetros	I07
Inspección, limpieza, cambio de tarjetas variadores de frecuencia	I08
Inspección, calibración, cambio de voltímetros y amperímetros, controles de temperatura	I09

Tabla 5. Actividades de Instrumentación

3.7 INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO

Los instructivos de mantenimiento, también son conocidos como Estándares o Protocolos y son documentos ya sean físicos o digitales, que consignan la información necesaria para la ejecución física de cada requerimiento de mantenimiento, tales como: nombre y código de la máquina, nombre y código del instructivo, nombre de quien ejecuta, medidas de seguridad, materiales y herramientas necesarios, paso a paso o procedimiento de la ejecución, fecha y tiempo estimado de ejecución, observaciones importantes, etc. [3]

Por intermedio de una orden de trabajo, los operarios de mantenimiento pueden recurrir al instructivo de mantenimiento. Las órdenes de trabajo se utilizan con el objetivo de dar al operario unos pasos sistemáticos de las actividades de mantenimiento a realizar.

El coordinador de mantenimiento es el responsable de emitir y controlar las órdenes de trabajo, es él quien analiza, ordena y hace ejecutar en el tiempo adecuado el mantenimiento necesario para la maquinaria y los equipos. El operario es el encargado de ejecutar la actividad encomendada y de consignar la información necesaria contenida en dicho formato como observaciones, esto se realiza con el fin de tener una retroalimentación de la información del plan de mantenimiento preventivo, y así, poder tomar decisiones a futuro para obtener un plan de mantenimiento con tiempos y procedimientos más cercanos a la realidad.

La Figura 5 corresponde al formato general (en blanco), diseñado para compilar la información de los Requerimientos de Mantenimiento, para uso exclusivo para el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas.

En el anexo 3 se incluye una figura de la captura de pantalla donde se muestra la ruta y ubicación de las carpetas en Google Drive que contiene los requerimientos de Mantenimiento para cada una de las de las máquinas empadronadas en el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas. Adicionalmente y a manera de ejemplo, en éste mismo anexo, se muestra el Instructivo de Mantenimiento No 200, de frecuencia anual, que corresponde a la tarea de cambio de cadena y piñones estrella del accionamiento del tapete transportador de la máquina selladora 2.

En total se lograron hacer 278 instructivos en el total de las máquinas empadronadas, quedando pendiente solo los de la maquina Impresora, debido a su régimen de trabajo supercrítico y al expiración del tiempo del contrato de la Práctica.

INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía		Universidad Tecnológica de Pereira	Facultad de Ingeniería Mecánica
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
INSTRUCTIVO : (d)(m)(s/a)		**No.**	**Páginas 1 de1**
Fecha de ejecución (dd-mm-aa)		**Hora de inicio**	**Hora de finalización**
Código del Equipo	**Código Actividad**	**Actividad**	

Personal Encargado de la Actividad de Mantenimiento		
Operador		**Nombre**
Jefe de Mantenimiento		
Operario		
Contratista		

Equipo y materiales necesarios

PROCEDIMIENTO

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
Tiempo estimado de Ejecución:	

Observaciones

Figura 5. Formato general de Instructivo de Mantenimiento.

3.8 TABLEROS DE CONTROL – PROGRAMACIÓN.

Los tableros de control responden a la necesidad de saber cuándo se van a realizar las tareas de mantenimiento, por lo que se convierten en los cronogramas que indican tanto a los planeadores como a los ejecutantes de estas tareas, el momento preciso para llevarlas a cabo y se convierten en la guía diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual de todas las actividades de mantenimiento necesarias, para tener en correcto estado operativo la maquinaria. A cada actividad le corresponde un código que puede servir para varias máquinas, pero tener diferente frecuencia de ejecución.

En la planta de Indubolsas, el manejo de los tableros de control y las rutinas de mantenimiento tendrán que elaborase por el momento, de manera manual, esto debido a que no se cuenta con el manejo de un Software Especializado para Administración del Mantenimiento, el cual facilitaría esta gestión, siendo su compra o licenciamiento una necesidad detectada y establecida como objetivo en el diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo.

La Figura 6 muestra un fragmento del tablero de control correspondiente a la máquina Selladora 2, en él se observa como el año laboral se ha dividido en 52 semanas, se listan y marcan las actividades a ejecutar en las frecuencias que se requieren.

El tablero de Control Auxiliar para todas las máquinas y los Tableros de control Generales para cada una de ellas se ubican en las carpetas dispuestas del Plan de Mantenimiento creado en Google Drive.

En el anexo 4 de éste documento se muestran los Tableros de control generales para cada máquina y el tablero de control auxiliar, con los cuales se puede hacer un balanceo de todas las actividades.

INDUBOLSAS

Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 2

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E01	x				x				x				x				x				x				x	
L04 (2)		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
M05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
E03				X				X				X				X				X				X		
L04					X				X				X				X				X				X	
I04			X				X				X				X				X				X			
M02 (5)		X										X										X				
M08 (9)			X								X									X						
E07								X																		
L01													X													
M04 (2)					X																					

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E01			x				x				x				x				x				x			
L04 (2)		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
M05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
E03		X				X				X				X				X				X				X
L04			X				X				X				X				X				X			
I04	X			X			X			X			X				X				X				X	
M02 (5)						X										X										X
M08 (9)			X								X								X							
E07																										
L01														X												
M04 (2)																			X							

Figura 6. Fragmento del Tablero de Control General, máquina Selladora 2

3.9 MANTENIMIENTO ANALÍTICO (INDICADORES DE GESTIÓN E INDICES)

El mantenimiento analítico trata de una serie de metodologías transversales a los sistemas de mantenimiento para apoyar el análisis y la toma de decisiones durante la administración y la gestión del mantenimiento, se basa preferentemente en la estadística para conformar indicadores de mantenimiento, índices de falla y de gestión con los que se puede determinar la causa raíz de un problema, conformar un panorama de la gestión de mantenimiento o facilitar la toma de decisiones [3]

Los indicadores de gestión son relaciones cuantitativas o cualitativas que se establecen entre variables, para evaluar sus proporciones o comportamiento en un periodo establecido. Los indicadores facilitan la información sobre un factor crítico identificado en los diferentes procesos de mantenimiento y producción, ofrecen una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de los métodos y técnicas específicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores sirve para

compararlos con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, son:

- **Validez**: Deben recopilar información relativa a un proceso productivo.
- **Confiablidad**: La información que presentan debe ser veraz y creíble.
- **Especificidad**: Deben establecerse con base en los objetivos de mantenimiento para así poder evaluarlos.
- **Sensibilidad**: Deben diseñarse de manera tal que muestren de forma inmediata los cambios que hay en el desempeño del elemento a evaluar, (áreas, maquinas, equipos, componentes, etc.).
- **Accesibilidad**: Un buen indicar es aquel en donde la información para construirlo es fácil de obtener y procesar.
- **Unívocos:** Un indicador correctamente formulado no debe prestarse para interpretaciones distintas al momento de su evaluación [3]

La información requerida en Indubolsas para la construcción de los indicadores será obtenida de muestras tomadas en un periodo mínimo de 6 meses, debido a que no se tienen registros históricos y por lo tanto los datos de mantenimiento correctivo serán mayores que los de preventivo, además no existen políticas para respetar mantenimientos programados.

A continuación se identifican tres grandes grupos de indicadores, de eficacia de Mantenimiento, de administración de Mantenimiento y de costos de Mantenimiento.

Los índices de eficacia de mantenimiento, tales como: Disponibilidad, Confiabilidad, y Mantenibilidad son los básicos implementados en el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas. Los otros indicen listados en las Tablas 6, 7 y 8, son de información general los cuales pueden ser llegar a ser implementados en la empresa en la medida que se automaticen todas las transacciones de negocio en sistemas integrados de gestión, tales como, compras, contabilidad y costos, producción, calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo, y Administración de Mantenimiento, entre otros, y se derivan de las políticas que en estas materias la gerencia determine.

3.9.1 Indicadores de eficacia de mantenimiento.

Estos indicadores le muestran al gerente o al director de mantenimiento como va su gestión, desde el punto de vista de la efectividad en la ejecución, es decir, la disponibilidad de la planta, el número de varadas, el tiempo perdido por varadas, etc. Los indicadores que pertenecen a éste grupo si ampliamente utilizados son: Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad, los cuales se describen a continuación.

Disponibilidad.

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Corresponde a la capacidad de una máquina o equipo de llevar a cabo con éxito la función requerida, durante un tiempo determinado, en unas condiciones específicas, o en términos más coloquiales, se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté detenida por averías o ajustes. La Disponibilidad se construye en función del Tiempo Programado para Producción TPP y del Tiempo de Paradas No Programadas TPNP.

$$D = 100\ x\ \frac{TPP - TPNP}{TPP} \qquad [1]$$ [1]

Donde:

D: Es el porcentaje de disponibilidad.
TPP: Es el tiempo planeado para la producción.
TPNP: Es el tiempo de paradas no programadas.

Confiabilidad.

La confiabilidad corresponde a la probabilidad de que un equipo no falle durante su operación. Se evalúa a través del Tiempo Promedio de Entre Fallas (TPEF)

[1] Montilla Montaña, Carlos Alberto. Fundamentos de Mantenimiento Industrial. Pág. 97.

$$TPEF = \frac{T_{op}}{N_{arr}} \qquad [2]$$

Donde:
TPEF: Es la confiablidad o el tiempo promedio entre fallas.
T_{op}: Es el tiempo real de operación de la planta.
N_{arr}: Es el número de arranques de planta.

Mantenibilidad

La mantenibilidad se puede describir como la propiedad que tiene un *Equipo* o *sistema*, donde se representa la cantidad de esfuerzo requerido para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez presente un evento de falla. Se dice entonces, que un sistema es altamente mantenible cuando el esfuerzo asociado a la restitución es bajo. Por el contrario, un sistema poco mantenible o de baja mantenibilidad es aquel que requiere de grandes esfuerzos o recursos para sostenerse o restituirse, tales como horas hombre, supervisión, repuestos, insumos, etc.

La misma situación de mantenibilidad se puede describir como la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado y puesto en condiciones operacionales a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados y bajo un procedimiento normalizado de mantenimiento. La mantenibilidad se evalúa con el Tiempo Promedio Para Reparar (TPPR).

$$TPPR = \frac{T_{nop}}{N_{arr}} \qquad [3]$$

Donde:

TPPR: Es el tiempo promedio para reparar.
T_{nop}: Es el tiempo que duraron las intervenciones de mantenimiento.
N_{arr}: Es el número de arranques de planta.

La Tabla 6, recopila los indicadores de eficacia de mantenimiento[2]

Indicador de Eficiencia de Mantenimiento	Fórmula	Descripción de variables	Público usuario del índice
% Disponibilidad de equipo, ***D***	$D = 100 \times \frac{TPP - TPNP}{TPP}$	*TPP* : Tiempo planeado para la producción. *TPNP* : Tirmpo de paradas no programadas.	M, P,G
% Velocidad de Producción, V_p	$V_p = 100 \times \frac{U_{pr}}{U_{pl}}$	U_{pr} : Unidades producidas. U_{pl} : Unidades programadas.	M, P,G
% Producto conforme, P_c	$P_c = 100 \times \frac{U_{pr} - U_{nc}}{U_{pr}}$	U_{nc} : Unidades no conformes	M, P,G
Eficiencia Global del Equipo, ***EGE***	$EGE = D \times Vp \times Pc$		M, P,G
Paros por hora, ***Ph***	$Ph = \frac{P_{pr}}{TPP - TPNP}$	P_{pr} : Número total de paros de producción	M, P,G
% Trabajo no programado, W_{np}	$W_{np} = 100 \times \frac{T_{np}}{T_{mtto}}$	*Tnp* : Horas de trabajo no programado. T_{mtto} : Horas totales laboradas en mantenimiento	M,G
% Tiempo debido a fallas, ***Tf***	$T_f = 100 \times \frac{T_{falla}}{TPNP}$	T_{falla} : Tiempo perdido debido a fallas	M, P,G
% Horas de reparación, H_{rep}	$H_{rep} = 100 \times \frac{T_{rep}}{T_{mtto}}$	T_{rep} : Horas de mantenimiento empleadas en reparar averías.	M
Confiabilidad o tiempo promedio entre fallas ***TPEF***	$TPEF = \frac{T_{op}}{T_{arr}}$	T_{op} : Tiempo real de operación de la planta. N_{arr} : Numero de arranques de planta.	M,G
Mantenibilidad o tiempo promedio para reparar, ***TPPR***	$TPPR = \frac{T_{falla}}{N_{arr}}$	T_{falla} : Tiempo perdido debido a fallas N_{arr} : Número de arranques de planta.	M
CONVENCIÓN			
G : Gerencia	***P*** : Departamento de producción	***TPNP*** : Tiempo de paradas no programadas.	
M : Departamento de Mantenimiento	***TPP*** : Tiempo planeado de producción		

Tabla 6. Indicadores de eficacia de Mantenimiento

[2] Montilla Carlos Alberto. Fundamentos de Mantenimiento Industrial, páginas 98 y 97 con adaptación de Isaza V, Luis. Manual para la implementación de un Departamento de Mantenimiento basado en la filosofía de Mantenimiento Productivo Total y a la norma ISO 2001. Trabajo de grado UTP. Pereira 2005.

Como criterio general, la disponibilidad de un equipo debe ser mayor al 90%, la velocidad de producción del orden del 95%, el porcentaje de producto conforme del orden del 99% y la eficiencia global del equipo del orden del 85%.

3.9.2 Indicadores de administración de mantenimiento

Los indicadores de administración de mantenimiento valoran la forma como se están alcanzando o no, los objetivos de mantenimiento, en función de la horas hombres ejecutadas o no. Miden la ejecución o no de las órdenes de trabajo, determinan el porcentaje de cumplimiento, así como la cantidad de horas extras con cargo a mantenimiento y los incrementos en subcontrataciones de servicios de mantenimiento.

La Tabla 7 recopila una lista de indicadores de administración de mantenimiento.

Indicador de Administración de Mantenimiento	Fórmula	Descripción de variables	Público usuario del índice
% Cobertura, C_{ob}	$C_{ob} = 100 \times \frac{OT_{s-c}}{OT_s}$	OT_{s-c}: Ódenes de trabajo estandar cerradas. OT_S: Órdenes de trabajo estandar planeadas.	M,G
% Seguimiento al programa, S_p	$S_p = 100 \times \frac{T_{s-mtto}}{T_{mtto}}$	T_{s-mtto}: Tiempo laborado en mantenimiento según el plan. T_{mtto}: *Horas totales laboradas de Mantenimiento*	M,G
% Eficiencia de mantenimiento, E_{mtto}	$E_{mtto} = 100 \times \frac{T_s}{T_{mtto}}$	T_s: Tiempo estandar programado para Mantenimiento	M,G
% Trabajo pendiente, W_{pend}	$W_{pend} = 100 \times \frac{T_s}{T_{s-mtto}}$		M,G
% Horas extras por mes, $\%T_{extra}$	$\%T_{extra} = 100 \times \frac{T_{extra}}{T_{mtto}}$	T_{extra}: Horas extras laboradas en Mantenimiento	M,G

Indicador de Administración de Mantenimiento	Fórmula	Descripción de variables	Público usuario del índice
% Horas subcontratadas por mes, $\%T_{out}$	$\%T_{out} = 100 \times \frac{T_{out}}{T_{mtto}}$	T_{out} : Horas de Mantenimiento subcontratadas	M,G
% Productividad laboral, P_{lab}	$P_{lab} = 100 \times \frac{T_{s\text{-}mtto}}{T_{mtto}}$		M,G
% Utilización laboral, U_{lab}	$U_{lab} = 100 \times \frac{T_{prod}}{T_{s}}$	T_{prod} : Horas de trabajo productivo	M,G
Índice de productividad compuesta, ***IPC***	$IPC = \frac{1}{100} \times P_{lab} \times U_{lab}$	P_{lab} : Porcentaje de productividad laboral	M,G
CONVENCIÓN			
G : Gerencia	***M*** : Departamento de Mantenimiento		

Tabla 7. Indicadores de administración de Mantenimiento

3.9.3 Indicadores de costos de mantenimiento

Este grupo de indicadores cuantifica cuanto se está gastando en Mantenimiento en la planta y la manera como se hace (preventivo, correctivo, mano de obra, materiales, etc.).

Los costos de Mantenimiento deben tener tendencia a ser costos variables, por lo que en éste grupo, el indicador llamado Costo de Mantenimiento por unidad producida [$/un], es de vital importancia, pues permite hacer comparaciones con periodos contables históricos, con otras unidades de negocio, o comparativos gremiales (Benchmarking), entre otros.

La Tabla 8 recopila una serie de indicadores de costos de mantenimiento de gran aplicación en la industria.

Indicador de Costos de Mantenimiento	Fórmula	Descripción de variables	Público usuario del índice
Valor agregado a la producción, ***VAP***	$VAP = CP - C_m$	*CP* : Costo total de producción. C_m: Costo de materiales.	M,P,G
% Costo de Mantenimiento, ***%CM***	$\%CM = 100 \times \frac{CM}{VAP}$	C_M: Costo total de mantenimiento	M,P,G
Costo de Mantenimento por unidad de producción, C_{m-u}	$C_{m-u} = \frac{CM}{U_{PR}}$		M,P,G
% Mano de obra Mtto, $\%C_{mo}$	$\%C_{mo} = \frac{C_{mo}}{CM}$	C_{mo} : Costo de la mano de obra de Mantenimiento	M
Relación costo materiales y costo mano de obra, C_{mat-mo}	$C_{mat-mo} = \frac{C_{mat}}{C_{mo}}$	C_{mat} : Costo de materiales de Mantenimiento	M
Relación costo materiales y costo total de Mtto, C_{mat-CM}	$C_{mat-CM} = \frac{C_{mat}}{CM}$		M
Costo hora de Mtto, C_{HM}	$C_{HM} = \frac{CM - C_{mat}}{T_{mtto}}$		M,P,G
Relación costo de supervisión, C_s	$C_s = 100 \times \frac{C_{sup}}{CM}$	C_{sup} : Costo de supervisión de los trabajos	M
Costo Mtto Prev versus Mtto Correctivo, C_{c-p}	$C_{c-p} = 100 \times \frac{C_{prev}}{C_{ce}}$	C_{prev} : Costo del Mantenimiento Preventivo. C_{ce} : Costo del correctivo de emergencia	M,P,G
Tasa rotación Inventario, T_{ri}	$T_{ri} = \frac{C_{mat}}{I_{pi}}$	I_{pi} : Costo promedio invertido en inventario	M,G
CONVENCIÓN			
G : Gerencia		***P*** : Departamento de producción	
M : Departamento de Mantenimiento			

Tabla 8. Indicadores de Costos de Mantenimiento

Teniendo en cuenta el alto grado de criticidad en los regímenes de trabajo de las máquinas empadronadas en el Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas, **el Modelo de Mantenimiento es de Alta Disponibilidad**, esto indica que la Disponibilidad de los activos debe estar por encima del 90% y es característico programar una parada anual para mantenimiento general, con reparaciones importantes o cambio de partes en mal estado, mientras que a lo largo del año se realizan inspecciones, lubricaciones, ajustes y reparaciones provisionales que no implican parada de las máquinas.

Por ello, para el correcto desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas, se tendrán en cuenta los indicadores de clase mundial del grupo de Eficacia descritos anteriormente (Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad). Estos indicadores servirán de apoyo para el correcto diagnostico e ilustración del funcionamiento de la fábrica y así tomar los correctivos necesarios.

4. FORMATOS Y DOCUMENTACIÓN BÁSICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

La administración del mantenimiento requiere de los formatos y documentos descritos en el desarrollo de cada una de las fases que integran el Plan de Mantenimiento, que hasta el momento se han desarrollado, tales como: el maestro de máquinas y equipos con su codificación, las tarjetas maestras de datos, las hojas de vida, los listados de requerimientos y sus respetivos instructivos, los tableros de control y de rutinas básicas de mantenimiento o tablero auxiliar en ese caso.

En consecuencia para el desarrollo del Plan y para cumplir con la ejecución las tareas de Mantenimiento, se requieren las fichas de trabajo tales como ordenes, materiales y repuestos, con los cuales finalmente se podrá hacer una reporte y consolidar un historial de las máquinas y equipos. La importancia de estas fichas recae en la retroalimentación de la ejecución de las tareas con el cual se podrán detectar problemas, inconvenientes, trabajos pendientes, etc., que obligan a la planeación del Mantenimiento a tenerlos en cuenta para trabajos futuros y ajustar el Plan de Mantenimiento en términos generales.

Entre las fichas de trabajo se tienen:

La orden de trabajo (OT)

La orden de trabajo depende del plan estratégico en que se especifican los cambios, reparaciones, emergencias, etc. Las cuales deben ser atendidos por los responsables de hacer el mantenimiento.

Normalmente la orden es solicitada por el coordinador de producción o de la planta y debe ser aprobada y emitida al ejecutante del trabajo, por el encargado de mantenimiento (o el administrador de la planta). Hay que tener en cuenta que ningún trabajo de mantenimiento se inicia si no se ha emitido y aprobado su respectiva orden, y sin que se hayan verificado cada una de las condiciones requeridas para su labor.

Se debe tener en cuenta la siguiente jerarquía:

- ***Emergencia***: Comprende el conjunto de trabajos que atañen a la seguridad de la planta, averías con consecuencias de grandes pérdidas de dinero, o que pueden ocasionar grandes daños a otros Activos. Los trabajos de emergencia deben iniciarse de manera inmediata y ejecutarse de manera continua hasta su completa finalización, por lo que es posible que requieran de trabajo suplementario.
- ***Urgente***: Son trabajos que deben intervenirse lo más pronto posible, en un plazo de 24 a 48 horas después de solicitada la orden. Estos trabajos siguen el procedimiento normal de programación, no requieren tiempo adicional, salvo que se exprese con anticipación.
- ***Normal***: Son trabajos rutinarios que se ejecutan hasta después de tres días de hecha la solicitud de la orden de trabajo, pueden iniciarse antes si existe disponibilidad de recursos y siguen el procedimiento normal de programación.
- ***Permanente***: Son trabajos que pueden esperar un buen tiempo sin convertirse en críticos, su límite de iniciación son dos semanas después de haberse hechos la solicitud de la orden de trabajo, siguen la programación normal y se pueden atender de forma cronológica de acuerdo a lo programado.

Es posible encontrarse con dos tipos de órdenes de trabajo, la correctiva, que informa especialmente sobre el problema a solucionar, el cual fue oportunamente reportado. En tanto, la orden de trabajo preventiva es aquella que se emite de modo automático y que está vinculada con el mantenimiento preventivo que demandan algunas máquinas.

La Figura 7 corresponde al formato de Orden de trabajo, diseñado para ser usado en forma exclusiva en el Plan de Mantenimiento Preventivo en la planta de producción de Indubolsas.

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas. Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

ORDEN DE TRABAJO (OT)

OT No: _____		Solicitada por: _____	Fecha *(mm/dd/aa)* : _____
Fecha de incio: *(mm/dd/aa)*	__ __/__ __/__	Hora inicio: _____	**SECCIÓN** (1). Extrusión. (2). Precorte (3). Sellado. (4). Impresión (5. Sistemas y equipos
Fecha final: *(mm/dd/aa)*	__ __/__ __/__	Hora final: _____	
Código del Equipo: _____			
Descripción máquina/equipo/parte: _____			

SISTEMA DE MANTENIMIENTO :	( ) PREVENTIVO	( ) CORRECTIVO

JERARQUIA DE PRIORIDAD

A. Emergencia [ ]	B. Urgente [ ]	C. Normal [ ]	D. Permanente [ ]

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR:

Instructivo(s) de mantenimiento asociados, Número(S):

MANO DE OBRA:	**Directa ( )**	**Contratista ( )**		**MATERIALES/REPUESTOS**				
				Código y Descripción	**Cantidad**	**Unidad de Medida**	**COSTO**	
Realizado por:	**Tiempo**	**salario**	**Costo**				**Unitario**	**Totales**
Costo Mano de Obra				**Costo Materiales**				

COMENTARIOS GENERALES, POR PARTE DEL EMISOR:

OBSERVACIONES/RECOMENDACIONES PARA LA RETROALIMENTACIÓN SOBRE LA TAREA, POR PARTE DEL EJECUTOR:

Administrador de Planta		Coordinador de Mantenimiento		Reponsable de ejecutar la Tarea

Figura 7. Formato de Orden de trabajo

Solicitud de Repuestos y Materiales.

Para proveer al personal de mantenimiento de los repuestos y materiales necesarios para ejecutar los trabajos, se elabora la ficha “Solicitud de repuestos y Materiales” dirigida al ***Almacén*** quien es el encargado de su suministro. El registro de esta ficha permite llevar un control sobre repuesto y materiales y va acompañada de la orden de trabajo.

La Figura 8 corresponde al formato de Solicitud de repuestos y materiales, para ser usado en forma exclusiva en el Plan de Mantenimiento Preventivo en la planta de producción de Indubolsas.

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ingeniería Mecánica

SOLICITUD DE REPUESTOS Y MATERIALES

Solicitud No:	**SECCIÓN** (1). Extrusión. (2). Precorte (3). Sellado. (4). Impresión (5. Sistemas y
Fecha: ***(mm/dd/aa):***	
Código del Equipo:	
Descripción máquina/equipo/parte:	

Ordene(s) de Trabajo asociadas, Número(S):

REPUESTOS Y MATERIALES QUE SE SOLICITAN

Item	DESCRIPCIÓN	Unida de Medida	Cantidad Solicitada	Cantidad entregada
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

OBSERVACIONES:

Nombres y firmas:

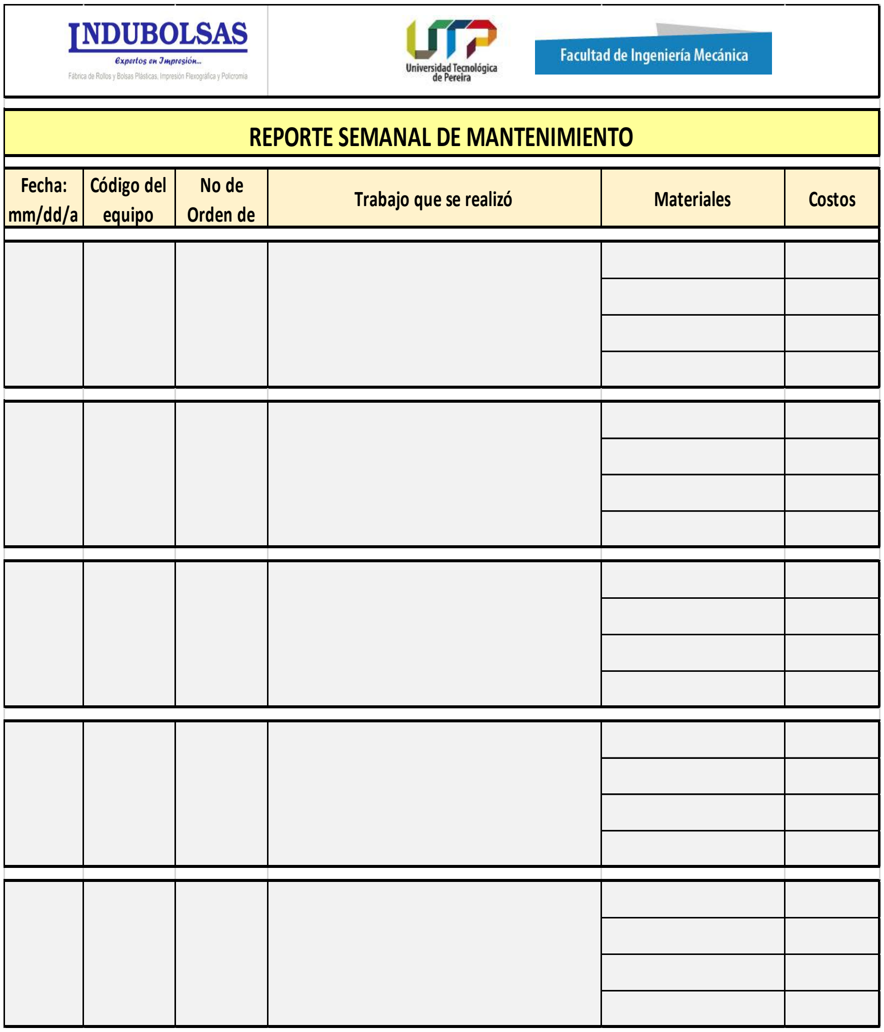
Nombre del solicitante:	**Firma:**
Nombre de quien recibe:	**Firma:**

Figura 8. Solicitud de Repuestos y Materiales

Reporte Semanal de Mantenimiento.

El Reporte Semanal de Manteniendo sirve para registrar todos los trabajos y servicios efectuados semana a semana, facilita llevar un mejor control sobre los trabajos de prevención y de los costos de los materiales empleados

La Figura 9, corresponde al formato de Reporte Semanal de Mantenimiento, para ser usado en forma exclusiva en el Plan de Mantenimiento Preventivo en la planta de producción de Indubolsas.



INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ingeniería Mecánica

REPORTE SEMANAL DE MANTENIMIENTO

Fecha: mm/dd/a	Código del equipo	No de Orden de	Trabajo que se realizó	Materiales	Costos

Figura 9. Reporte Semanal de Mantenimiento

Realimentación de horas trabajadas a la semana

La máquina de Indubolsas no vienes provistas de horómetros que faciliten el control sobre el número total de horas trabajadas cada semana del año laboral, pero siendo este un criterio básico a tener en cuenta para el cálculo de la vida útil de repuestos y elementos de desgaste su control de consumo y costos, se hace necesario crear, formalizar y hacer seguimiento al formato de Retroalimentación de horas trabajadas por cada máquina durante la respectiva semana laboral.

La figura 10 muestra el formato diseñado para ser utilizado el ¨Plan de Mantenimiento Preventivo de Indubolsas.

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ingeniería Mecánica

REALIMENTACIÓN DE HORAS TRABAJADAS A LA SEMANA

Maquina:	**Código:**

No de la semana en el año laboral:
Fecha de inicio de la semana: **Fecha final de la semana:**

Dia de la semana	A. No de horas planeadas de trabajo en la máquina	B. No de horas que dura parada la máquina	No de horas reales trabajadas en la máquina (A-B)
lunes			
martes			
miércoles			
jueves			
viernes			
sábado			
domingo			
	Total:	**Total:**	**Total:**

Figura 10. Retroalimentación de horas trabajadas a la semana

5. NECESIDAD Y CARACTERISTICAS DE UN SOFTWARE DE MANTENIMIENTO CMMS

Un ligero diagnóstico del Mantenimiento en la planta de planta de producción de Indubolsas permite identificar:

- Indubolsas es una pequeña empresa.
- No se tiene formalizado un Departamento de Mantenimiento.
- El mantenimiento es correctivo y sus tareas se administran manualmente.
- No quedan registros históricos de los mantenimientos.
- Los ejecutantes de las tareas son los mismos operarios (polivantes).
- La capacitación o profesionalización en Mantenimiento es baja.
- La función o administración de Mantenimiento no está sistematizada.

A partir de este ligero diagnóstico, el Estudiante en práctica y autor del presente documento, ha visto la necesidad de crear archivos de hojas de cálculo en MS Excel, subidos a Google Drive, generando así una CMMS (*Computarized Maintenance Management System, por sus siglas en inglés*), básica y a la vez engorrosa de manejar, por lo que se hace evidente la necesidad de contar en la planta con un Software de mantenimiento CMMS, como solución para gestionar la información concerniente a Mantenimiento.

Los criterios de selección del software comercial son:

- Debe adaptarse al tamaño de la empresa.
- Debe facilitar la creación y desarrollo de cada una de las fases que componen en Plan de Mantenimiento Preventivo descritas en el capítulo 3.
- Debe permitir la planeación y programación de los recursos (físicos, humanos, de información, etc.)
- Debe ser capaz de elaborar indicadores de gestión.
- Debe ser capaz de abordar la gestión de costos.
- Debe ser capaz de emitir informes gerenciales.

Y como criterios generales debe cumplir con:

- Funcionabilidad.

- Calidad de las bases de datos.
- Facilidad de modificación y actualización.
- Facilidad operativa (interfaz amigable con el usuario)
- Historial previo del software.
- Costo de instalación.
- Compatibilidad con el *Hardware*
- Flexibilidad.
- Facilidad de elaboración de consultas e informes.
- Asistencia técnica, servicio post venta.
- Documentación de respaldo.
- Costo de adquisición de *software* y *hardware*.
- Facilidad de conectividad.

Definida la necesidad de contar con este Software especializado y los criterios generales que debe cumplir, a continuación se evalúa una propuesta comercial para su adquisición.

5.1 PROPUESTA PARA LA ADQUISICIÓN O LICENCIAMIENTO DE UN SOFTWARE COMERCIAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE INDUBOLSAS.

La empresa Nova Ingeniería de Colombia S.A.S, presenta una propuesta de software comercial para la administración del mantenimiento de los activos, el cual se ajusta a las necesidades de Indubolsas y tiene el respaldo de profesionales expertos. La información de la empresa y las características del Software se pueden encontrar en la siguiente página web:

http://smpluspro.com/Nova-Ingenieria/

A continuación se hace un recorrido sobre las principales carteristas del software, que coinciden con los criterios generales descritos en el capítulo 4 de este contenido.

SMplus pro®, es ampliamente conocido en la industria local y más allá de las fronteras del país. Su representante legal es el ingeniero Jorge H Ocampo, quien es profesor catedrático de Mantenimiento Industrial, de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira y quien ha hecho una presentación del software el día 19 de abril de 2019, en planta de Indubolsas, con la presencia del señor Elkin Orrego, Gerente General de Indubolsas.

SMPlus Pro® es un CMMS (Sistema de Administración de Mantenimiento computarizado), el cual ha sido diseñado para responder a las prácticas y demandas de información del proceso de Mantenimiento soportando la disponibilidad y confiabilidad de los Activos. Ha sido diseñado por Ingenieros con experiencia en Mantenimiento. SMPlus Pro® ofrece una propuesta práctica y de fácil manejo que suministra herramientas para mantener el inventario de los Activos, la programación y control de las intervenciones de Mantenimiento preventivo, correctivo y mejoras, generación de órdenes de trabajo, al igual que brinda una información veraz y oportuna de la hoja de vida y los costos de Mantenimiento de los activos.

En la industria, SMPlus Pro® cuenta con una trayectoria de más de 10 años y tiene en el momento disponible la versión 3.0l la cual puede ser adquirida bajo la modalidad de renting o compra de la licencia.

Haciendo uso de una propuesta práctica y con una metodología fácil de entender, el SMplus Pro® permite cubrir todos los aspectos fundamentales del proceso de Mantenimiento como son: Inventario de Activos, Tarjetas Maestras, Administración del Mantenimiento Preventivo, Programado, Correctivo y mejoras, generación y retroalimentación de órdenes de Trabajo, Maestro de lubricantes, Rutinas de Lubricación al igual que una amplia gama de reportes de Hoja de vida, pendientes, Indicador de cumplimiento de Mantenimiento preventivo, Costos de Mano de obra y

repuestos. Además y como un plus, con la versión 3.0, el usuario cuenta con un módulo de metrología para controlar el inventario de los equipos a calibrar, permitiendo documentar los resultados de las calibraciones en los respectivos protocolos de calibración dispuestos en el programa.

MÓDULOS DEL PROGRAMA.

Usuarios y perfiles.

Se otorga un login y password a cada uno de los usuarios del sistema, asignando autorizaciones de ingreso a las diferentes herramientas que brindan los módulos del SMPlus Pro®.

Estructura de codificación.

Corresponde a la metodología a través de la cual se puede codificar y nombrar, las secciones con los respectivos procesos, así como todos los Activos (Máquinas, Equipos, Vehículos e Instalaciones) que ameriten ser incluidas en el Sistema de Información de Mantenimiento. Se destaca la flexibilidad que este módulo ofrece para trasladar los Activos entre las diferentes secciones y/o procesos de la compañía, resultando este procedimiento transparente para la hoja de vida, indicadores y costos de Mantenimiento.

A través de la Herramienta de “Desactivación/Activación” se puede otorgar un estado de Stand by a una Sección o Activo que por razones internas de la compañía, ya no haga parte de su operación o logística.

Tarjeta Maestra – Ficha Técnica

Se asigna una Tarjeta Maestra (Ficha Técnica) para cada Activo de la empresa, lo cual resulta útil para conocer los datos de placa, capacidades, necesidades de

servicios y la información de placa de los dispositivos auxiliares como variadores de velocidad, arrancadores, PLCs, reductores, bombas, motores eléctricos.

Tarjeta de Mantenimiento.

Se genera el Maestro de Tareas a ser tenidas en cuenta en las rutas de Mantenimiento preventivo y programado de los Activos, las cuales pueden ser del tipo: Lubricación, Electricidad/Electrónica, Mecánica, Instrumentación y Locativo/General.

Rutas de Mantenimiento Preventivo anual

Permite diseñar las Rutas de Mantenimiento Preventivo Anual para cada uno de los Activos, asignando las Tareas de Mantenimiento preventivo a ejecutar periódicamente en una máquina/equipo, vehículo o Instalación, para garantizar su disponibilidad y confiabilidad, y definir los parámetros de una programación sistemática de los mantenimientos preventivos.

Módulo de mantenimiento programado para vehículos y maquinaria pesada.

Con el módulo vehículos, se puede controlar el Mantenimiento programado de los vehículos y maquinaria pesada basado en el cumplimiento de kilómetros recorridos u horas de trabajo de dispositivos de vehículos pesados (como los hidráulicos). Con una retroalimentación recurrente de los kilómetros recorridos y las horas de trabajo, el SMPlus Pro® genera de forma automática las órdenes de trabajo para el cambio de los aceites, filtros u otros componentes del vehículo, al alcanzar la cantidad de kilómetros las horas de trabajo que se requieren para realizar dichos cambios.

Maestro de Lubricantes

Para cada lubricante (aceite o grasa) se determina un código gráfico con el cual se pueden estandarizar e identificar fácilmente, evitando así errores humanos de confusión de lubricantes a la hora de ejecutar el proceso de lubricación de las máquinas y equipos, dichos códigos de lubricantes podrán ser tenidos en cuenta a la hora de elaborar las rutinas de lubricación.

Rutinas de Mantenimiento

Establece rutinas de Mantenimiento para controlar la ejecución de tareas de inspección con una alta frecuencia de repetición. Un buen ejemplo lo constituyen las tareas diarias de lubricación de mecanismos, cuya frecuencia de realización puede llegar a ser hasta de un día. SMPlus Pro® tiene la capacidad para manejar rutinas de Mantenimiento anual de lubricación, electricidad, mecánica, instrumentación y locativo general, diseñadas para trabajar de un modo similar a la ruta anual de Mantenimiento.

Sistema de alertas para la planeación y programación

Permite obtener un sistema de alerta de los mantenimientos preventivos venideros, mediante el reporte de distribución de mantenimiento por semana, el cual soporta la planeación de la ejecución del Mantenimiento preventivo, alertando por sección las diferentes máquinas/equipos y/o Instalaciones locativas que demandan algún tipo de Mantenimiento preventivo futuro filtrado por semana.

Éste módulo permite planear la ejecución semanal del Mantenimiento preventivo y correctivo programado. Esta herramienta permite señalar la fecha, el tipo de mantenimiento, la duración y hora de inicio prevista para la ejecución de una intervención de mantenimiento a los Activos.

Administración de Órdenes de Trabajo, OT

Se generan las órdenes de trabajo que permiten ejecutar los Mantenimientos preventivos, correctivos y de mejoras en los diferentes Activos. Las Ots pueden ser del tipo Lubricación (L), Eléctricas/Electrónicas (E), Mecánicas (M), Instrumentación (I) o Mantenimiento Locativo (G), pudiendo ser ejecutadas con Mano de Obra interna o a través de Contratistas y Talleres Externos, resultando además ser vitales para suministrar la información requerida para alimentar la Hoja de vida y los Pendientes por cada Activo, al igual que los repuestos, materiales y servicios que son tenidos en cuenta en los Reportes de Costos de Mantenimiento.

Hoja de Vida de los Activos

Se pueden mantener al día la hoja de vida de cada uno de los Activos, la cual está constituida por el registro cronológico de los Informes Técnicos de cada una de las de Ots registradas en el sistema, los cuales son clasificados por categoría de Mantenimiento (L, E, M, I o G), pudiendo filtrar incluso el rango de fechas que se desea consultar. Este registro cronológico de lo acontecido con los Activos, resulta vital cuando se requiere responder a los requerimientos de información de los clientes internos y externos de Mantenimiento.

Trabajos Pendientes.

Se pueden registrar durante la retroalimentación al sistema de las diferentes Ots, los Trabajos o repuestos pendientes por ejecutar o instalar en un Activo o instalación, y que dan espera a una próxima parada del Activo. Estos pendientes que son registrados en un Informe de Pendientes, son alertados luego mediante la impresión del pendiente en las Ots preventivas futuras. Esta es una información vital para planear las compras de repuestos/materiales y la contratación de Intervenciones futuras de los Contratistas y Talleres externos, que demanda la planeación de la ejecución del Mantenimiento.

Costos de Mantenimiento

Se puede obtener un reporte detallado de los costos de los repuestos y materiales consumidos por cada uno de los Activos haciendo uso del reporte costo detallado de repuestos. El reporte costo detallado de orden de trabajo, relaciona con precisión los costos de mano de obra interna, servicios de contratistas, trabajos de taller, al igual que el valor de los repuestos y materiales consumidos por cada OT.

El reporte costo por mano de obra y repuestos, presenta un consolidado por categoría de Mantenimiento, de los Costos de Mantenimiento generados por una Sección o Activo, detallando del valor de la mano de obra causada, el valor de los servicios de Contratistas o Talleres, y un comprimido del valor de los repuestos y materiales consumidos. Dotado de un módulo gráfico que permite al Usuario revisar el comportamiento de los Costos de una forma Gerencial.

Indicador de cumplimiento de Mantenimiento Preventivo

Permite medir el cumplimiento del Mantenimiento preventivo programado para una sección, mediante el reporte Índices de Ejecución, el cual habilita al Administrador del sistema para realizar una auditoría del desempeño del Programa de Mantenimiento Preventivo. El nivel de cumplimiento indicado, se convierte en la práctica en un Indicador del Proceso de Mantenimiento que exigen regularmente los Sistemas de Gestión. Dotado de un módulo gráfico que permite al usuario revisar el comportamiento del cumplimiento del Mantenimiento Preventivo de una forma gerencial.

Módulo de Metrología

Éste módulo hace parte de la innovaciones presentes en la versión actualizada, el módulo de metrología, le permite al usuario definir una estructura de codificación para cada equipo o instrumento que demande algún tipo de calibración metrológica. Para cada uno de ellos se podrá diseñar una ruta de Metrología que alerta sobre la necesidad de calibrar cada equipo o instrumento cuando se cumpla el período de tiempo definido entre calibraciones. Cada Calibración estará documentada por una Orden de trabajo y el protocolo de calibración específico por variable a calibrar. Dichos protocolos son aportados por el SMPlus Pro® en diferentes modalidades y variables de calibración (Básculas y balanzas, manómetros, termómetros, longitudes, humedad relativa, termometría, etc.).

Nota: Los costos de la licencia y las modalidades de adquisición hacen parte de una oferta formal y confidencial entre las partes involucradas. El autor de esta propuesta no interviene en los términos de la negociación ni en la decisión de compra.

CONCLUSIONES

- Se diseñó el Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria y equipos que intervienen en el sistema de producción en planta de plásticos Indubolsas, sustentado en archivos de MS Excel, y subidos la nube de Google Drive.
- Se elaboró un diagnóstico de riesgo mecánico en todas las máquinas, con un plan de acción para mejorar su seguridad en la operación y el mantenimiento y en términos generales, mejorar la producción en la planta.
- Por limitaciones de tiempo y recursos asignados, no se pudo estandarizar cada uno de los procesos de producción, ni elaborar las fichas para control de calidad, que permitieran generar estrategias para mejorar el proceso productivo. La solución para dar cumplimento a este objetivo se encuentra en las Recomendaciones de este documento.
- Se elaboraron planos en AutoCAD de varias piezas de repuestos críticas en máquinas selladoras.
- Se automatizó el control de temperatura de las selladoras manuales, mejorando así el proceso productivo.
- Se elaboró la lista de empadronamiento o inventario de máquinas y equipos cobijados en el Plan de Mantenimiento Preventivo (14 máquinas).
- Se elaboró un sistema de codificación alfanumérico para la identificación en detalle de las máquinas y equipos.
- Se diseñaron y elaboraron las Tarjetas Maestras, correspondientes a cada una de las máquinas y equipos.
- Se diseñaron y elaboraron las Hojas de Vida de cada máquina y equipo.
- Se elaboraron en total 278 instructivos de mantenimiento para 13 máquinas, quedando pendiente los instructivos de la máquina selladora y equipos auxiliares.
- Se definieron en forma general los tres tipos de indicadores de mantenimiento y se escogieron los apropiados para ser desarrollados y utilizados en el Plan.
- Se elaboró el tablero de control auxiliar ý los tableros de control general para todas las máquinas.
- Se elaboraron los formatos básicos para la Administración del Mantenimiento, tales como: Retroalimentación de horas trabajadas

semanalmente, Orden de trabajo, solicitud de materiales y repuestos y reporte semanal de mantenimiento.

- Se definieron los criterios para la selección y adquisición de un Software de Mantenimiento CMMS y se evaluó con una de una presentación interactiva en la Planta de Indubolsas el Software SMplus Pro®, recibiendo el gerente una oferta económica para su compra.
- Los regímenes de trabajo de la maquinas en la planta de Indubolsas son críticos, trabajan en dos turnos rotativos de 12 horas durante 7 días a la semana. Sumando ésta condición a la no existencia de un plan de mantenimiento que permita evaluar el desempeño, cuantificar los costos y determinar causales de desperdicio y rechazos de calidad, hacen inferir que la operación de la planta presenta altísimas oportunidades de mejora continua para garantizar la producción y comercialización de productos de alta calidad, con impacto en la productividad y desempeño económico, algo que se puede lograr con la aplicación, desarrollo y sistematización de ésta propuesta.
- Al no contar con un programa o software de mantenimiento especializado, en el que se puede alimentar directamente sus bases de datos, el autor de la propuesta ha elaborado un árbol de carpetas en Google Drive (la nube), para el almacenamiento de todos los archivos de información, especialmente en Ms Excel, los cuales se convierte en las plantillas de alimentación del software que puede adquirirse en el futuro próximo.
- Queda a criterio de la administración de la planta dar continuidad al desarrollo y ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo y la adquisición del Software especializado, advirtiendo que el tener un plan de mantenimiento preventivo, no indica necesariamente que nunca vayan a fallar o se eliminen las paradas intempestivas en la maquinaria. El hecho de tener dicho plan, es de concientizar tanto a la empresa como a sus trabajadores de la importancia de mantener la maquinaria en buen estado y funcionando convenientemente, para que así presten el servicio por el cual son utilizadas.
- Se aterrizaron los conceptos teóricos para la elaboración de un plan de Mantenimiento Preventivo, el cual puede y debe ser ejecutado de manera real con impacto positivo en la productividad de la empresa.
- Se fortaleció la competencia de trabajo en equipo, comunicación asertiva, análisis de problemas y toma de decisiones.
- Se pudo practicar el uso de Diseño asistido por computador (Autocad) al levantar y elaborar planos de repuestos en varias máquinas de la planta.

- Se fortaleció la capacidad para buscar, cotizar y negociar la compra de partes, repuestos y reparaciones.

RECOMENDACIONES

- Implementar, desarrollar y ejecutar el Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual ha sido diseñado específicamente para las máquinas y equipos de la Planta de Producción de Indubolsas y el cual garantiza su mejor disponibilidad.
- Para dar cumplimento al objetivo de estandarizar los procesos y elaborar fichas para el control de la calidad y así establecer estrategias para el mejoramiento del proceso productivo, se le puso de manifiesto al Gerente de Indubolsas la necesidad de contar con un prácticamente de ingeniería industrial.
- La diversidad de máquinas presentes y sus diferentes orígenes de fabricación, sumado a la no existencia de catálogos y el etiquetado de placas en idioma diferente al español, hacen que surja la necesidad de etiquetar y señalizar en español las placas de información técnica en cada una de las máquinas, así como las instrucciones y advertencias de seguridad.
- Capacitar a todo el personal involucrado en temas de Mantenimiento Preventivo con la dirección de expertos. Esto con el fin de crear conciencia y desaprender de una cultura de mantenimiento basada solo en el Correctivo o de urgencia.
- Crear y publicar una política corporativa de Mantenimiento, esto como criterio de la hoja de ruta a seguir en un direccionamiento enfocado en la manufactura de clase mundial.
- Actualizar por lo menos una vez al año cada uno de los formatos de Administración del Mantenimiento Preventivo.
- La retroalimentación de las ejecuciones de las órdenes de trabajo deben ser juiciosamente registradas en el programa con el fin de aterrizar las reales necesidades y la obtención de indicadores veraces y oportunos.
- El ingreso a la planta de nuevas máquinas o equipos obliga a adecuar el Plan de Mantenimiento con su registro y documentación pertinente.
- Es preciso diligenciar correctamente las hojas de vida, observaciones en las ordenes de trabajo y cualquier comunicación que informe sobre el estado de las máquinas, lo que permitirá una retroalimentación sistemática de las operaciones necesarias y los tiempos de ejecución empleados para realizar ajustes al plan de mantenimiento de modo que cada vez más se acerque a la realidad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Google Maps. Parque Industrial Pereira, Risaralda, Colombia

https://www.google.com/maps/place/Parque+Industrial,+Pereira,+Risaralda/@4.8254266,75.7341993,16z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e387e09bde3acc7:0xd03520ae1eaec77f!8m2!3d4.8250922!4d-75.7298805. [Citado el 12 de marzo de 2019]

[2].http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoría-de maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf

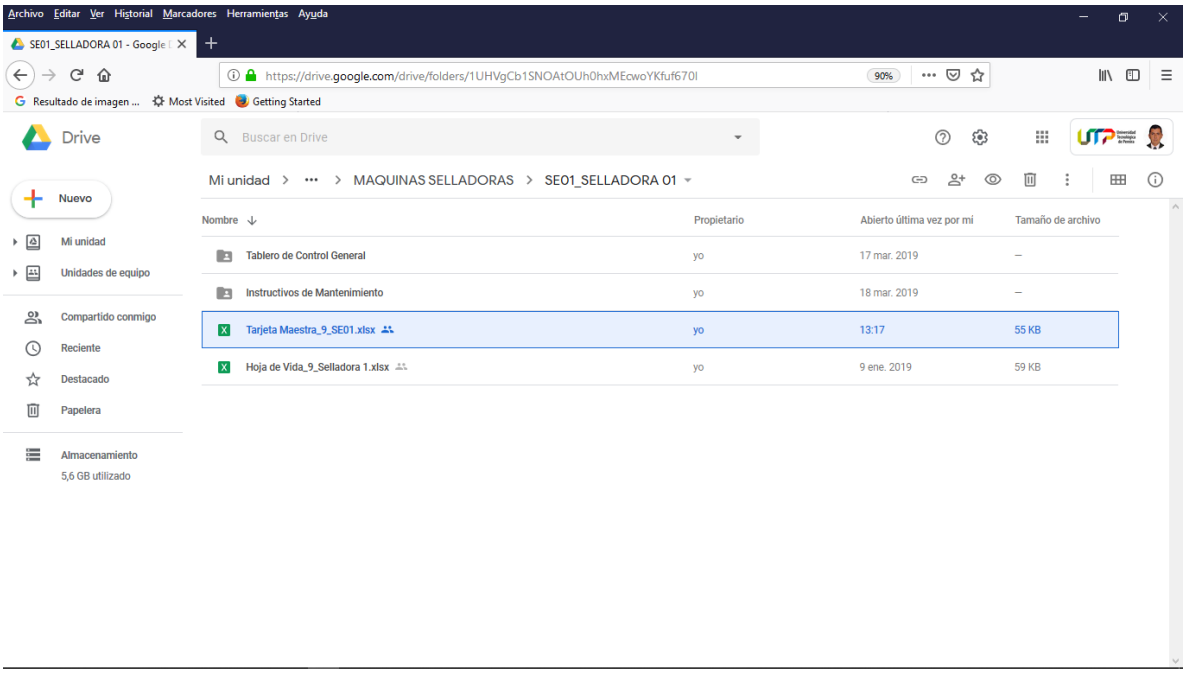
[3] MONTILLA Montaña, Carlos Alberto. Fundamentos de Mantenimiento Industrial. Colección de textos académicos. Facultad de Tecnología. UTP. 2016.

[4] HERRERA, Humberto. Guía de Mantenimiento, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.

[5] NOVA INGENIERÍA DE COLOMBIAS S.A.S. http://smpluspro.com/Nova-Ingenier%C3%ADa/

ANEXO 1

Ejemplo para la ubicación de las carpetas que contienen las Tarjetas Maestras de cada una de las máquinas y un ejemplo para las Selladora 1



INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TARJETA MAESTRA **No 9**	FECHA: 10/09/2018 VERSIÓN: 01

1. DATOS GENERALES

MÁQUINA/ EQUIPO:	**SELLADORA # 1**		**CÓDIGO:**	**SE01**	
MARCA:	LG MAQUINAR		**TIPO:**	COMPUESTA- MECANICO	
MODELO:		**PESO:**	**No SERIE:**		
DIMENSIONI	**ALTO:**	2,0 m			
	ANCHO:	1,50 m			
	LARGO:	5,0 m			
OTROS DATO					
				Fecha de instalación:	
ACCIONAMII			**CONEXIÓN:**		3 Fases
CAPACIDAD DE TRABAJO:					

2. DATOS DEL FABRICANTE O REPRESENTANTE

FABRICANTE	LG MAQUINAR, BOGOTÁ	**REPRESENTANTE:**	
DIRECCIÓN:	CRA 67A # 9-13	**DIRECCIÓN:**	
TELEFONO:	091-2603003	**TELEFONO:**	
MÓVIL:		**MÓVIL:**	
WEB:		**WEB:**	
E-MAIL		**E-MAIL**	

3. SERVICIOS DE OPERACIÓN

ELECTRICIDA	X	**TENSIÓN:**	220 V	**CORRIENTE:**		**FRECUENCIA**	60 Hz	**POTENCIA:**	
AIRE	X	**PRESIÓN:**				**CAUDAL:**			
AGUA		**PRESIÓN:**		**CAUDAL:**			**TEMP**		° C
VAPOR		**PRESIÓN:**		**CAUDAL:**					
GAS		**PRESIÓN:**				**CAUDAL:**			

4. EXIGENCIA DE TRABAJO

1. UN TURNO (8 Horas)		**3. TRES TURNOS**		**5. CRÍTICO**		X
2. DOS TURNOS		**4. INTERMITENTE**	X	**6. OTROS**		

Observaciones:

INDUBOLSAS — Expertos en Impresión... — Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO — TARJETA MAESTRA EQUIPOS AUXILIARES

FECHA: 28/08/2018
VERSIÓN: 01

MOTORES ELÉCTRICOS

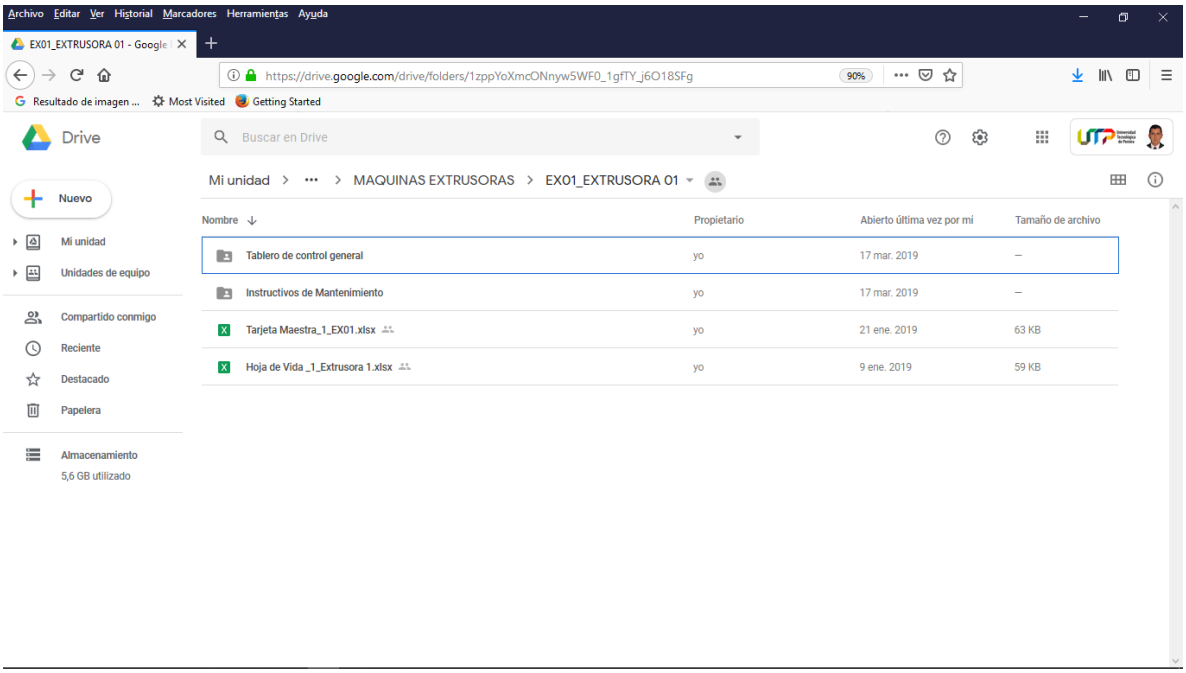
CODIGO	DESCRIPCIÓN	FRAME	NO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	VELOCIDAD (RPM)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA Hz	FACTOR DE POTENCIA COS FI	RODAMIENTOS	MARCA	MODELO	TIPO	SERIE
SE01DB01001	MOTOR TRIFASICO DEBOBINADOR	203342404H0140	CONEXIÓN YΔ		0,75	1410	400/230	NO SE LEE	50	IEC 0,7		ATB		IP 55	
			CONEXIÓN YΔ		0,75	1410	380-420/220-240	2,1-2,3/3,6-4	50	VDE 0,70					
			CONEXIÓN YΔ		0,9	1705	440-480/254-280	2,1-2,2/3,6-3,8	60	0,73					
SE01AT01001	SERVOMOTOR ABANICO DE TENSIÓN	36MGH-20AC A61	O/N 6W0026 003-007	Torque: 11,5 N.m	1,8	1500	200	16,7				ATB		ins. F	S/N B0064E693810 007
SE01TT01001	MOTOR TRIFASICO TAPETE TRANSPORTADOR	203342404H 012	CONEXIÓN YΔ		0,75	1410	400/230	2,2/3,8	50	0,7				CL. F	
SE01AC01001	MOTOR PRINCIPAL ACCIONAMIENTO	1A/90/-6	CONEXIÓN YY/Δ		1.1/1.32	1115/1090	220/440					WESTERN ELECTRIC MOTOR CORP			3G02196
SE01MS01001	MOTOR TRIFÁSICO DE REDUCTOR MESA DE RECIBO	Y2-632-4	CONEXIÓN Δ	0,24	0,16		220/380	1.08/0.62	60	0,73		DITEL LTDA BOGOTA	IP 55	ins. F	2025

REDUCTORES DE VELOCIDAD

CODIGO	DESCRIPCIÓN	FRAME	RATIO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	VELOCIDAD (RPM)	TENSIÓN (V)	CORRIENTE (A)	FRECUENCIA Hz	VELOCIDAD ENTRADA (RPM)	VELOCIDAD SALIDA (RPM)	MARCA		SERIE
PR02DB01002	CAJA REDUCTOR BOBINADOR	NMRV 063	10.1									MOTOVARIO ITALY		5605728
SE01MS01002	REDUCOR MESA DE RECIBO	HHM 30	20	M.F.G No: 60608465								CHENTA MACHINERY CO,LTD,TAIWAN		

ANEXO 2

Ejemplo para la ubicación de las carpetas que contienen las Hojas de Vida Maestras de cada una de las máquinas y un ejemplo para las Extrusora 1



INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	HOJA DE VIDA	Página. 1

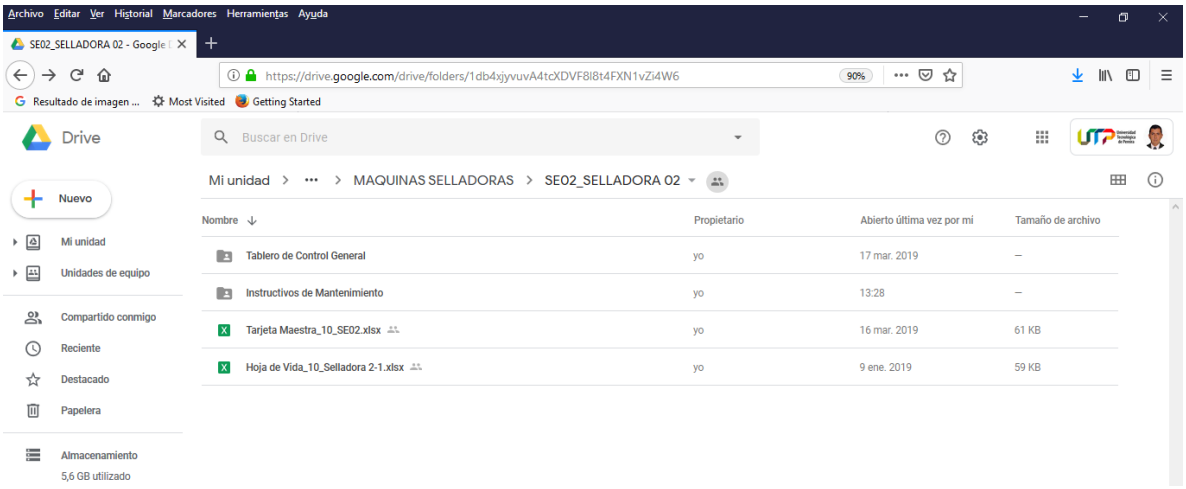
Hoja de vida No	Tarjeta Maestra No	Nombre del equipo	Código del equipo
1	1	Extrusora 1	EX01
Marca	Modelo	Ubicación	Fecha puesta en marcha
Zhejian Ruian Fengming machinery China	Sin datos	Bodega de producción	Sin datos

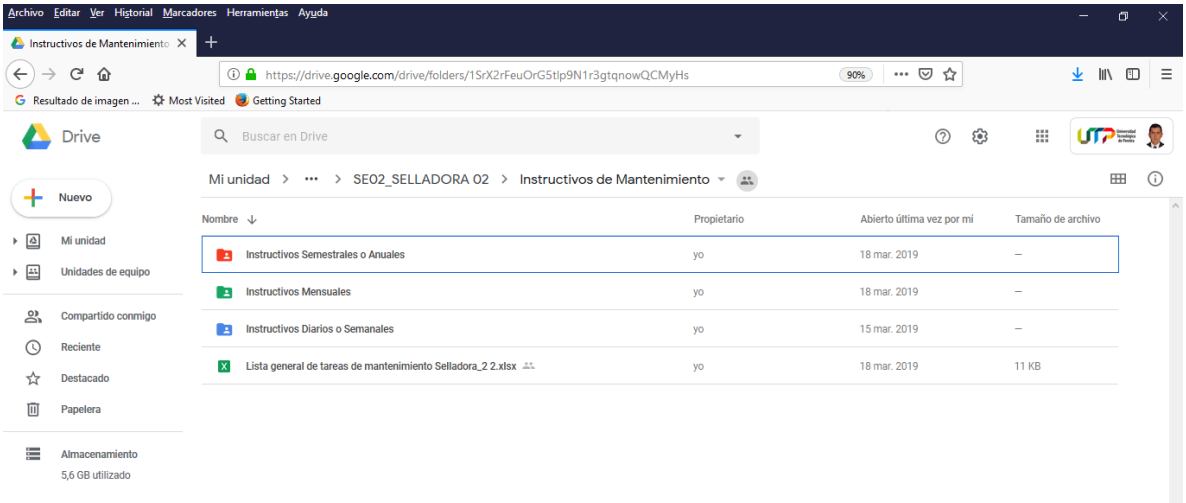
HISTORIAL DE REPARACIONES

Fecha (dd-mm-aa)	Orden de Trabajo No.	Descripción			Reparó.	Costo (COP)

ANEXO 3

Ejemplo para la ubicación de las carpetas que contienen los Instructivos de Mantenimiento y un ejemplo de instructivo anual para la máquina selladora 2.





INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía	Universidad Tecnológica de Pereira	Facultad de Ingeniería Mecánica

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INSTRUCTIVO ANUAL	No. 200	Páginas 1 de 1
Fecha de ejecución (dd-mm-aa)	**Hora de inicio**	**Hora de finalización**

Código del Equipo	Código Actividad	Actividad
SE02TT01	M04	Cambio de Cadena y Piñones del Accionamiento del tapete Transportador_Selladora 2

Personal Encargado de la Actividad de Mantenimiento		
Operador		**Nombre**
Jefe de Mantenimiento		
Operario	X	
Contratista		

Equipo y materiales necesarios
* Guantes, botas, gafas de seguridad, tapa oidos.
* Llave mixta de 7/16" Allen de 5/16", 5 mm, 6 mm, 10 mm
* Pinzas, aliacate, extractor de rodamientos, martillo de bronce.
* Hombresolo
PROCEDIMEINTO
Cambio de cadena:
1. Cerciórese de que la máquina este parada y apagada, que no se haga ninguna actividad en ella.
2. Con llave allen de 5 mm afloje los 4 tornillos en la base corredera del motoreductor, ubicado debajo
3. Retire la cadena de los piñones de extrella.
4. Instale la nueva cadena, tensionela desplazando el motorreductor por la corredera, apriete los tornillos de la base
Cambio de piñon conducido: (en ambos rodillos)
5. Con llave allen de 10 mm afloje los dos tornillos de fijación de cada chumacera con el chasis.
6. Con llave allen de 3 mm afloje el tornillo prsionero en el anillo de la chumacera. Libere el eje o árbol.
7. Sáque de la máquina el conjunto del rodillo y llévelo al banco de trabajo
8. Con llave allen de 3 mm afloje el prisonero del cubo del piñon estrella en el rodillo.
9. Instale el extractor de, extraiga el piñon del cuñero.
10. Instale el nuevo piñon de estrella y ajuste en su cuñero con golpes distribuidos y uniformes de martillo
11. Vuela a armar los conjuntos, llévelo a la maquina e instálelos.
Cambio de piñon en el je del reductor:
12. Repita los pasos del 1 al 3, hasta retirar la cadena de los piñones
13. Con llave allen de 3 mm afloje el tornillo prisionero en el cubo del piñon
14. Con ayuda del extractor o golpes sueves d emartillo yb palancas, extraiga el piñon
15. Instale el nuevo piñon y ajústelo en su cuñero.
16. Vuela a instalar la cadena, verifique su corecta tensión.
17. Verifique que no queden herramientas o elementos extraños en la maquina o en la zona de operación
18. Energice y opere la máquina.

Tiempo estimado de Ejecución:	30 minutos

Observaciones

ANEXO 4

Ejemplo para la ubicación de las carpetas donde se archivan los Tableros de control auxiliar y general.

INDUBOLSAS Expertos en Impresión... Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía		Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica					
TABLERO DE CONTROL AUXILIAR							
MÁQUINAS EXTRUSORAS							
ACTIVIDADES	DIARIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
L04		x					
L03		x	x	x	x	x	x
M37							x
MÁQUINAS PRECORTADORAS							
ACTIVIDADES	DIARIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
L04		x	x	x	x	x	x
L03		x	x	x	x	x	x
M05							x
MÁQUINAS SELLADORAS							
ACTIVIDADES	DIARIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
L04		x	x	x	x	x	x
L03		x	x	x	x	x	x
M05							x
MÁQUINAS IMPRESORAS							
ACTIVIDADES	DIARIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
L04		x	x	x	x	x	x
L03		x	x	x	x	x	x
M05							x

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Polcromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 1

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E03 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M05 (2)		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
E01 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M15	X																									
M02 (3)		X																		X						
M12																										
M08 (4)					X													X								
M04 (4)			X													X										
M09																										
E07																										

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E03 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M05 (2)				X				X				X				X				X				X		
E01 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M15																										
M02 (3)												X														
M12														X												
M08 (4)					X													X								
M04 (4)			X													X										
M09																					X					
E07								X																		

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 2

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E01	X				X				X				X				X				X				X	
L04 (2)		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
M05 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E03				X				X				X				X				X				X		
L04					X				X				X				X				X				X	
I04			X				X				X				X				X				X			
M02 (5)		X										X										X				
M08 (9)			X								X									X						
E07								X																		
L01													X													
M04 (2)					X																					

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E01			X				X				X				X				X				X			
L04 (2)		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
M05 (2)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E03		X				X				X				X				X				X				X
L04			X				X				X				X				X				X			
I04	X			X			X			X			X				X				X				X	
M02 (5)						X										X										X
M08 (9)			X								X								X							
E07																										
L01														X												
M04 (2)																			X							

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 3

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E03 (2)	X				X				X				X				X				X				X	
M05 (2)		X				X				X				X				X				X				X
E01			X				X				X				X				X				X			
M08 (7)		X						X						X						X						X
M04 (2)					X																					
M02 (4)			X												X											
E07																										

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E03 (2)			X				X				X				X				X				X			
M05 (2)				X				X				X				X				X				X		
E01	X				X				X				X				X				X				X	
M08 (7)						X						X						X						X		
M04 (2)																					X					
M02 (4)			X													X										
E07																										X

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 4

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E01	X				X				X				X				X				X				X	
E03		X				X				X				X				X				X				X
L04 (3)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M05				X				X				X				X				X				X		
M08 (6)	X									X									X							
M02 (3)			X																	X						
M20																										
M12													X													

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E01			X			X				X				X				X				X				X
E03				X			X				X				X				X				X			
L04 (3)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
M05		X				X			X				X				X				X				X	
M08 (6)		X								X								X								X
M02 (3)											X															
M20														X												
M12																										

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA SELLADORA 5

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E01	X				X				X				X				X			X				X		
E03		X				X				X				X				X			X				X	
M05			X				X				X				X				X			X				X
L04				X				X				X				X				X			X			
M02 (5)	X										X										X					
M15																										
M08 (7)		X							X							X							X			
M04 (4)				X							X							X							X	
L01							X																			
I04																										

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
E01		X				X				X				X				X				X				
E03			X				X				X				X				X				X			
M05				X				X				X				X				X				X		
L04	X				X				X				X				X				X				X	
M02 (5)					X										X										X	
M15														X												
M08 (7)				X							X							X							X	
M04 (4)						X							X							X						
L01							X																			
I04																					X					

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 1

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
IO5				x				x				x				x				x				x		
M35	x				x				x				x				x				x				x	
L03 (2)		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
M05				X			X				X				X				X				X			
M34					X				X				X				X				X				X	
M41	X				X				X				X				X				X				X	
E01			X				X				X				X				X				X			
M08 (5)		X										X										X				
M04	X																									
L01												X														

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
IO5		x				x				x				x				x				x				x
M35	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x			
L03 (2)				x				x				x				x				x				x		
M05	X				X				X				X				X				X				X	
M34			X				X				X				X				X				X			
M41		X			X			X				X				X				X				X		
E01			X				X				X				X				X				X			
M08 (5)						X										X										X
M04																										
L01												X														

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Polcromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 2

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
M37	X				X				X				X				X				X				X	
M35		X				X				X				X				X				X				X
L03			X				X				X				X				X				X			
M34				X				X				X				X				X				X		
I05 (2)			X				X				X				X				X				X			
M41		X				X				X				X				X				X				X
E01	X				X				X				X				X				X				X	
M08 (3)		X																		X						
M11																										
L01																										

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
M37			X				X				X				X				X				X			
M35				X				X				X				X				X				X		
L03	X				X				X				X				X				X				X	
M34		X				X				X				X				X				X				X
I05	X				X				X				X				X				X				X	
M41				X				X				X				X				X				X		
E01			X				X				X				X				X				X			
M08 (3)										X																X
M11																									X	
L01												X														

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Polcromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 3

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35		x				x				x				x				x				x				x
L03			x				x				x				x				x				x			
M05				X				X				X				X				X				X		
M34			X				X				X				X				X				X			
M41		X				X				X				X				X				X				X
E01				X				X				X				X				X			X			
M08 (4)	X														X											
M04																										
L01														X												

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35				x				x				x				x				x				x		
L03	x				x				x				x				x				x				x	
M05		X				X				X				X				X				X				X
M34	X				X				X				X				X				X				X	
M41				X				X				X				X				X				X		
E01	X				X				X				X				X				X				X	
M08 (4)		X													X											
M04																										X
L01														X												

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Polcromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 4

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35		x				x				x				x				x				x				x
L03			x				x				x				x				x				x			
M05				X								X				X				X				X		
M34			X				X				X				X				X				X			
M41		X				X				X				X				X				X				X
E01	X				X				X				X				X				X				X	
M08 (5)		X										X										X				
L01					X																					
M04								X																		

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35				x				x				x				x				x				x		
L03	x				x				x				x				x				x				x	
M05		X				X				X				X				X				X				X
M34				X				X				X				X				X				X		
M41			X				X				X				X				X				X			
E01																										
M08 (5)						X										X										X
L01					X																					
M04																			X							

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 5

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35		x				x				x				x				x				x				x
L03			x				x				x				x				x				x			
M05				X								X				X				X				X		
M34			X				X				X				X				X				X			
M41		X				X				X				X				X				X				X
E01	X				X				X				X				X				X				X	
M08 (7)	X							X							X							X				
L01 (3)			X																		X					
M04													X													

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35				x				x				x				x				x				x		
L03	x				x				x				x				x				x				x	
M05		X				X				X				X				X				X				X
M34				X				X				X				X				X				X		
M41			X				X				X				X				X				X			
E01																										
M08 (7)			X							X							X							X		
L01 (3)														X												
M04													X													

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA EXTRUSORA 6

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35		x				x				x				x				x				x				x
L03 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M05				X				X				X				X				X				X		
L03			X				X				X				X				X				X			
M34		X				X				X				X				X				X				X
M41	X				X				X				X				X				X				X	
E01																										
M08 (6)		X							X							X							X			
L01 (3)			X									X									X					
M04	X																									

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
I05 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M35				x				x				x				x				x				x		
L03 (2)	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
M05						X				X				X				X				X				X
L03					X				X				X				X				X				X	
M34				X				X				X				X				X				X		
M41			X				X				X				X				X				X			
E01																										
M08 (6)				X							X							X							X	
L01 (3)				X										X												
M04	X																									

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA PRECORTADORA 1_ EN EXTRUSIÓN

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
L04	X				X				X				X				X				X				X	
E01		X				X				X				X				X				X				X
M08 (3)			X																	X						
M12												X														
M02																										
M11						X																				
M07																										
M21																										
I05														X												
E06																										
M25																										

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
L04			X				X				X				X				X				X			
E01				X				X				X				X				X				X		
M08 (3)											X															
M12																										
M02														X												
M11																										
M07								X																		
M21																		X								
I05																										
E06																										X
M25						X																				

INDUBOLSAS
Expertos en Impresión...
Fábrica de Rollos y Bolsas Plásticas, Impresión Flexográfica y Policromía

Universidad Tecnológica de Pereira — Facultad de Ingeniería Mecánica

TABLERO DE CONTROL GENERAL

MÁQUINA PRECORTADORA 2_ EN SELLADO

ACTIVIDADES \ SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
M05	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E01		X				X				X				X				X				X				X
M02(3)			X																		X					
M04								X																		
M08 (4)				X												X										
M25											X															
E01															X											
M21																										
M11						X																				

ACTIVIDADES \ SEMANA	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
M05	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
E01				X				X				X				X				X				X		
M02 (3)													X													
MO4								X																		
M08 (4)			X													X										
M25											X															
E01																										
M21													X													
M11																										